

# Una acústica católica para la Barcelona de finales del siglo XIX: cuerpo, alma y subjetividad

**Tasio Rodrigo (\*)**

(\*) [orcid.org/0009-0007-4361-1396](https://orcid.org/0009-0007-4361-1396). Universitat Autònoma de Barcelona.  
[tasirodrigo99@gmail.com](mailto:tasirodrigo99@gmail.com)

Dynamis  
[0211-9536] 2024; 44 (2): 491-520  
<http://dx.doi.org/10.30827/dynamis.v44i2.31699>

Fecha de recepción: 23 de octubre de 2023  
Fecha de aceptación: 6 de julio de 2024

**SUMARIO:** 1.—Introducción. 2.—Francisco de Paula Rojas: el “Tyndall español”. 3.—El Ateneu Barcelonès y su posicionamiento religioso. 4.—¿Cómo salvar el abismo entre cuerpo y mente? 4.1.—Nuevos límites anatómicos para el determinismo. 4.2.—Adopción de una postura epistemológica apropiada. 4.3.—Apropiación selectiva de los motivos de la armonía. 4.4.—Redefinición de la subjetividad auditiva. 5.—Conclusiones.

**RESUMEN:** En la segunda mitad del siglo XIX empieza a consolidarse una nueva forma de entender y relacionarse con el sonido, que deriva del pensamiento romántico al moderno. En Europa, la nueva ciencia acústica impartida por Helmholtz y Tyndall es acompañada por un nuevo pensamiento estético-musical, basado en el determinismo material de la escucha. El presente trabajo analiza la manera en la que esta ciencia acústica europea, junto con sus significaciones adyacentes, se interpretaron en el contexto local de Barcelona, atendiendo a los condicionantes de la religión católica. A través del estudio de caso de las conferencias impartidas por Francisco de Paula Rojas en el Ateneu Barcelonès en el año 1877, se estudiará la construcción de una teoría acústica católica, en la que los elementos científicos y religiosos se presentaron en armonía. De este modo, se extraerán las interacciones presentes entre la cosmología científica y la religiosa, así como las relaciones entre el pensamiento científico y el estético.

**PALABRAS CLAVE:** acústica, siglo XIX, estética, música, Barcelona, religión.

**KEY WORDS:** acoustics, 19th century, aesthetics, music, Barcelona, religion.

## 1. Introducción

Durante el siglo XIX en Europa se desarrolla un enorme interés científico por el sonido y los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos que lo rodean, lo cual conduce a la consolidación de la acústica moderna. Las teorías del médico y físico alemán Hermann von Helmholtz (1821-1894), que irrumpen con la finalidad de consolidar todo el legado de saber alrededor del sonido hasta entonces disperso, tuvieron una notable influencia en el pensamiento científico del momento. Un texto fundamental, que instantáneamente consolida un pilar de la acústica fisiológica del momento es *Die Lehre den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik* (1863), originalmente publicado por Edward Vieweg<sup>1</sup>. Se trata de un libro divulgativo, destinado a un público general amante de la música. En él se tratan las bases físicas y fisiológicas de la percepción en música y, por tanto, de la teoría musical que sistematiza esa percepción<sup>2</sup>.

Estas ideas incubieron al debate público de manera notoria. Su calado no se limitó al estudio del fenómeno sónico, sino que promovió y acompañó la transformación de los marcos epistemológicos desde los que se entendía la relación entre el mundo material y la percepción estética<sup>3</sup>. Pese a que la ciencia original de Helmholtz no se enmarcara estrictamente dentro del materialismo al definir la naturaleza de la música<sup>4</sup>, en la esfera pública cobraría significaciones diversas. Supuso en definitiva un cambio en la manera de relacionarse con el sonido; de un sentimiento romántico, a una percepción moderna del mismo. De esta corriente se extrae una filosofía de la ciencia y de la belleza centrada en el determinismo del sentimiento estético en base a leyes naturales de la mecánica que, concebidas de manera universal, regulan la percepción humana.

El texto permearía en la sociedad europea (sobre todo británica y francesa), a través de una fiel traducción del volumen en 1875 a mano de John

- 
1. David Cahan, *Helmholtz. A Life in Science* (University of Chicago Press, 2018): 262-263.
  2. La consulta de la fuente original se ha realizado a través de la traducción inglesa. Hermann von Helmholtz, *On the sensations of tone as a physiological basis for the theory of music* (ed. y trad. John Ellis, A.), Courier Dover Publications, 1954.
  3. Alexandra Hui, "From the Piano Pestilence to the Phonograph Solo: Four Case Studies of Musical Expertise in the Laboratory and on the City Street", in *Sounds of Modern History: Auditory Cultures in 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> Century Europe*, ed. Daniel Morat (Berghahn Books, 2014).
  4. Cahan, *Helmholtz. A Life in Science*, 289.

Ellis<sup>5</sup>, dando lugar a figuras como las de Lord Rayleigh, Ernst Mach, Alexander Ellis, Rudolph Koenig o John Tyndall (*On Sound*, 1867), que continuarían la senda abierta por el alemán<sup>6</sup>. Esta apertura estimularía la formación de un fértil circuito de intercambio de conocimientos e instrumentos científico-musicales alrededor del sonido<sup>7</sup>. Pronto llega a España el gran interés por el fenómeno sónico, junto con la incursión de algunos instrumentos tecnológicos, como el gramófono o el teléfono<sup>8</sup>. La figura de Tyndall, y no tanto la de Helmholtz, se vuelve notoria en la cultura científica del país, mediante traducciones de su obra —mayormente realizadas en Madrid— y presencia de sus textos en los nacientes gabinetes de Física y Química de las universidades españolas<sup>9</sup>. La *Revista de los progresos de las ciencias*, publica desde 1853 hasta 1866 traducciones de sus trabajos, pero la divulgación de sus obras se realiza sobre todo a través de las traducciones francesas del abate Moigno, que traduce *On Sound* a *Le Son* en 1869 (París: Gauthiers-Villas).

Es a través de ellas, indica Villar Piñon, que un ingeniero jerezano llamado Francisco de Paula Rojas y Caballero-Infante (Jerez de la Frontera, 1831-1909-Madrid) entra en contacto con los contenidos termodinámicos de Tyndall, y presuntamente también con los acústicos<sup>10</sup>. Rojas dedica su vida a la docencia en diferentes escuelas industriales de la península, centrado en el estudio del calor, y tras el cierre de la Escuela Industrial de Valencia en 1865 llega a la de Barcelona<sup>11</sup>. El 3 de febrero de 1877, imparte en el Salón

- 
5. Ja Hyon Ku, "British Acoustics and its Transformation from the 1860 to the 1910", *Annals of Science* 63, n.º 4 (2006): 408.
  6. Hyon Ku, "British Acoustics", 395-423.
  7. Paolo Brenni, "19th Century French Scientific Instrument Makers. The Triumph of Experimental Acoustics: Albert Marloye (1795-1874) and Rudolph Koenig (1832-1901)", *Bulletin of the Scientific Instrument Society* 44 (1995): 13-17.
  8. En el año 1877 la Escuela Industrial de Barcelona adquiere el primer teléfono Bell del España. Guillermo Lusa Monforte y Antoni Roca Rosell, "Historia de la ingeniería industrial. La escuela de Barcelona (1851-2001)", *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona* n.º 15 (2005): 91.
  9. José Antonio Villar Piñon, "La apropiación de la obra científica de John Tyndall en España: (1868-1898)" (Phd. Diss, Universitat Autònoma de Barcelona, 2014), 25.
  10. Su obra más famosa en este campo, *Heat, A Mode of Motion* (1863), no será publicada en castellano hasta dos décadas después: *El Calor, modo de movimiento* (Barcelona, 1885).
  11. José Manuel Cano Pavón, *Estado, enseñanza industrial y capital humano en la España Isabelina (1833-1868). Esfuerzos y fracasos* (Imprenta Montes, 2001): 115, 235.  
Lusa Monforte y Roca Rosell, "Historia de la ingeniería industrial", 40.

de Cátedras del Ateneu Barcelonès<sup>12</sup> una conferencia sobre acústica fisiológica, la cual presenta su continuación el día 19 de febrero con gran éxito<sup>13</sup>. La primera de estas conferencias, en términos del ponente, versa sobre el “nacimiento” y “vida” del sonido, tratando los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos del fenómeno, desde su generación hasta su percepción. La segunda habla de su “muerte” al transformarse en calor, y de “una de sus empresas más bellas”; la música<sup>14</sup>.

Mediante el presente trabajo, atendiendo al caso de estudio del contenido de estas conferencias, se estudia la interpretación que los textos y discursos acústicos europeos experimentaron en el contexto de la Barcelona finisecular. Aquí, y en el marco de la Restauración Borbónica, las teorías se topan con una realidad sociopolítica convulsa y fraccionada, por lo que se ven sometidas a múltiples apropiaciones canalizadas desde diversos intereses. En las dos sesiones del Ateneu se puede divisar un arsenal de recursos y estrategias que el orador emplea para adaptar el contenido científico a la audiencia que escucha, y a los rasgos culturales y sociales de la ciudad que le rodea. Atendiendo detenidamente a este instante y espacio tan concreto, determinaremos los mecanismos de construcción —o reconstrucción— del conocimiento que se pusieron en práctica, e identificaremos los intereses a los que respondieron. Entre los elementos contextuales ideológicos, sociales, políticos e institucionales bajo los que se reconstruyó el conocimiento, centraremos nuestra atención en los religiosos.

La interpretación religiosa que Rojas hace de la acústica de Tyndall y Helmholtz presenta mecanismos especiales y dignos de análisis, sobre todo en lo que se refiere a términos con carga metafísica como cuerpo, alma o subjetividad. Si bien la figura de Rojas, junto con otras contemporáneas, se

- 
12. Desde 1874 hasta 1890 Rojas será miembro de la Junta Directiva del Ateneu. Esta institución premiará su memoria *Termodinámica, su historia, sus aplicaciones y su importancia* en el concurso público del año 1876. Villar Piñon, “La apropiación de la obra”, 119.
  13. “Las ideas más exactas, los conocimientos más recientes, la precisión más exquisita en los experimentos prácticos, unido todo a una manera de deducir tan simpática como eminentemente original, cautivó por tres noches la atención de todos...” Acta de Sesión Pública celebrada en el Salón de Cátedras del Ateneu Barcelonés, 20 de diciembre de 1878, p.20.
  14. Se ha realizado para este estudio un análisis del contenido y características discursivas de las conferencias de Rojas a través de su transcripción publicada en la *Revista Contemporánea*, el 15 de diciembre de 1878. Primera conferencia: n.º 3, Vol. iv, Tomo XVIII (283-305). Segunda conferencia: n.º 3, Vol. iv, Tomo XVIII (413-431). Una tercera conferencia se realizó, según consta en acta, pero no se llegó a publicar.

ha estudiado con anterioridad en el campo del calor<sup>15</sup>, la faceta acústica de su trabajo no ha sido analizada hasta la fecha. Asimismo, mientras se ha estudiado la recepción de la ciencia acústica en otras geografías europeas<sup>16</sup>, poco se conoce del modo en que la disciplina entró en la península ibérica, siendo este un marco sociocultural periférico y con ciertas peculiaridades respecto al foco de autoridad europeo<sup>17</sup>. Además de abordar la intersección entre ciencia del sonido y religión, en esta investigación interviene el componente estético. De este modo, el estudio de la historia de la acústica se presenta como un ámbito donde confluyen y se relacionan una multiplicidad de ideas y conceptos provenientes de diferentes esferas. De estas interacciones pueden resultar ideas interesantes, y un análisis fructífero y pertinente.

En ocasiones el estudio de la acústica del XIX se ha dejado de lado por no ser paradigma de innovación en el ámbito de la física<sup>18</sup>, como sí lo sería, por ejemplo, la termodinámica —alrededor de la cual abundan los abordajes en el ámbito ibérico—. En este sentido, la perspectiva de esta investigación evita el característico *innovocentrismo* de la historiografía tradicional. El objetivo de este trabajo no reside en la búsqueda de personajes vanguardistas, que adopten con precocidad una ciencia nueva, sino en una advertencia de la ciencia en uso y sus mecanismos de construcción en un momento y espacio determinado. La historia de la ciencia no debe limitarse únicamente a la historia del descubrimiento. Otras agencias han de ser reconocidas.

En este proceso de adopción de las teorías europeas en Barcelona, no consideramos que un paquete de conocimiento fuese creado en un centro neurálgico y exportado a sus extremidades de manera intacta; en el proceso de transmisión reconocemos una agencia activa. La apropiación, interpretación y reelaboración de los contenidos dotan al discurso de significaciones

- 
15. Stefan Pohl Valero, "La termodinámica como elemento legitimador de la física teórica y aplicada en la España de la segunda mitad del siglo XIX", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria* vii (2006). Stefan Pohl Valero, *Energía y cultura. Historia de la termodinámica en la España de la segunda mitad del siglo XIX*. (Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana-Editorial Universidad del Rosario, 2011).
  16. Cahan, *Helmholtz. A Life in Science*, 277-288. Hyon Ku, "British Acoustics", 410.
  17. Jonathan Tophman, "Rethinking the History of Science Popularization/Popular Science", in *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*, ed. Faidra Papanelopoulou, Agustí Nieto-Galan and Enrique Perdiguero (Ashgate Publishing Limited, 2099), 1.
  18. Hyon Ku, "British Acoustics", 396.

distintas a las originales<sup>19</sup>. Se contempla aquí la actividad comunicativa como propiamente científica, y la actividad científica como meramente comunicativa, inherentemente ligada a la palabra, en construcción desde su génesis a su diseminación<sup>20</sup>. De este modo, la supuesta diferencia cualitativa entre los tradicionales conceptos dicotómicos de *innovación* y *divulgación* queda disuelta y entendida como un simple límite arbitrariamente impuesto<sup>21</sup>; cada acto científico —comunicativo— manifiesta mecanismos de construcción de conocimiento, adaptativos a su entorno<sup>22</sup>. De este modo, no se tildará la ciencia informativa como carente de originalidad, pues precisamente en su carácter comunicativo residirá, para esta perspectiva, su valor creativo.

En esta construcción de conocimiento local entran en juego diversas fuerzas e intereses. Algunas de ellas, como hemos adelantado, en relación a la cosmología religiosa. Lejos de considerarla constringente de la ciencia, tomando la segunda como un medio privilegiado de obtención de conocimiento natural, se las tratará simétricamente. Evitando la definición de ciencia como sinónimo de naturaleza, entendidas ambas como construcciones culturales, se analizarán construidas en favor de intereses concretos y apoyadas la una en la otra en esta labor. La religión católica será entendida, al igual que la cultura científica de los actores, como una cosmología explicativa del mundo que jugará un importante papel en la interpretación de las ideas extranjeras.

Las fronteras entre ciencia y religión no son tan fáciles de delimitar como lo parece desde la perspectiva actual. En muchas ocasiones, ambas disciplinas se han dibujado mutuamente<sup>23</sup>. En el caso de las charlas del Ateneu veremos que los espacios científicos son permeados y moldeados por el “conocimiento religioso”, y que las motivaciones metafísicas aportan a la construcción de “creencias científicas”. Por tanto, este abordaje, en lugar de pretender aseverar tendencias universales en la relación entre Ciencia y

---

19. Josep Simon, “Scientific Publishing: Agents, Genres, Technique and the Making of Knowledge”, *Histories* 2, n.º 4 (2022): 517-518.

20. James A. Secord, “Knowledge in transit”, *Isis* 95, n.º 4 (2014): 654-672.

21. Paola Govoni, “The Historiography of Science Popularization: Reflections Inspired by the Italian Case”, in *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*, ed. Faidra Papanelopoulou, Agustí Nieto-Galan and Enrique Perdiguero (Ashgate Publishing Limited, 2009), 21.

22. Simon, “Scientific Publishing”, 523-524.

23. Peter Harrison, “Science and Religion: Constructing the Boundaries”, *The Journal of Religion* 86, n.º 1 (2006): 81-106.

Religión, se dedica a la descripción de las interacciones concretas entre una ciencia y una religión<sup>24</sup>. Las tensiones serán analizadas, pero sin caer en tópicos reduccionistas. Para ello, se abordará la problemática desde terminología dialógica (interacción, mediación, etc.) y no desde el tradicional concepto dialéctico de antagonismo. Escapando de estas fáciles preconcepciones polarizadoras se podrá obtener una mayor justicia hacia la sutil complejidad de las dinámicas reales<sup>25</sup>, y así describir el proceso de construcción de una acústica fisiológica católica en el Ateneu.

## 2. Francisco de Paula Rojas: “el Tyndall español”

El físico irlandés John Tyndall (1820-1893) había impartido conferencias públicas en el Royal Institution de Londres alrededor de la acústica física y fisiológica —comenzando en 1857 y manteniéndose por tres décadas—, las cuales habrían gozado de un gran éxito<sup>26</sup>. Su modelo divulgativo, basado en unas fuertes habilidades de elocuencia y manejo del instrumental experimental, lo convirtió en el divulgador decimonónico paradigmático. El público infantil y adulto, según relata la prensa londinense, quedaba maravillado ante sus demostraciones, entre el experimento y la magia, entre la educación y el entretenimiento. Sus actividades le otorgaron una enorme trascendencia mediática, y hasta España llegó el relato de sus hazañas divulgativas en la gira estadounidense que confirió sobre teoría de la luz (1872-1873) y de las multitudinarias filas que se formaban a la entrada de los auditorios<sup>27</sup>.

Este modelo divulgativo tuvo reminiscencias en España. Las claras resonancias que Rojas mostró con respecto al programa de Tyndall en sus conferencias del Ateneu derivaron en su apodo; “el Tyndall español”<sup>28</sup>. Mediante su “poesía de la ciencia” combinaba sugerentes metáforas y ostentosas figuras

24. Harrison, “Science and Religion”, 97-98.

25. John H. Brooke, *Science and Religion: Some Historical Perspectives* (Cambridge University Press, 1991).

26. Shannon Draucker, “Hearing, Sensing, Feeling Sound: On Music and Physiology in Victorian England, 1857-1894”. *BRANCH: Britain, Representation and Nineteenth-Century History* (ed. Franco Felluga), June 2018.

27. Villar Piñon, “La apropiación de la obra”, 25, 73.

28. “Desde este día D. Francisco de Paula Rojas, se conquistó el nombre de “el Tyndall español”. Acta de Sesión Pública celebrada en el Salón de Cátedras del Ateneo Barcelonés, 20 de diciembre de 1878, p.20. Entrada presumiblemente dictada por Josep Argullol, secretario del Ateneu en el momento.

retóricas con algún chascarrillo sobre sacristanes. Entre tanto, intercalaba la réplica de algunos de los experimentos acústicos más famosos de la época, al modo de Tyndall. Mediante las llamas danzantes o las placas vibrantes de Chladni, se manifestaban los nodos y antinodos de las ondas sonoras, de modo que se hacían visibles los efectos materiales que en condiciones normales solo permanecían audibles.

Este uso de la conferencia pública responde a un momento en el que un sector de la sociedad española impulsa un afán regeneracionista del país mediante la ciencia. Un punto central de este pensamiento regeneracionista será la incisión sobre el valor utilitario de la ciencia. En el discurso se incorpora una narrativa positivista legitimadora de una determinada hegemonía tecno-científica. En las ciudades de mayor desarrollo industrial del territorio, en las cuales los modos de pensamiento capitalistas se están instaurando, este tipo de pensamiento será el más fomentado. Y este será el caso de la Escuela Superior de Ingeniería de Barcelona, de donde nuestro protagonista proviene<sup>29</sup>. En imitación de las *Technischen hochschulen* alemanas o la *École Polytechnique* francesa, se proclama allí un ideal de ciencia normal, positiva y definitiva, con vistas en la aplicación técnica<sup>30</sup>. La de Barcelona se consolida como una de las más importantes de la península, sobreviviente al cierre del resto de las escuelas del Estado<sup>31</sup>.

Del mismo modo que las ciencias de Helmholtz o Tyndall se desarrollaron en el marco de la aplicación técnica<sup>32</sup>, las conferencias de Rojas estuvieron vertebradas por exaltaciones utilitaristas y un discurso sustentado en la idea de progreso universal. Rojas frecuentemente conduce sus teorizaciones a las consecuencias más fantásticas, de estilo cercano a la ciencia-ficción, para incidir en el capital científico como garantía de progreso social y material: “El siglo XIX brillará en la historia de la humanidad por los descubrimientos que ha llevado a la práctica, producto de sus semillas propias y de anteriores semillas científicas”<sup>33</sup>. El propio director del Ateneu en este momento, Manuel

29. Cano Pavón, *Estado, enseñanza industrial y capital humano*, 11.

30. Sánchez Ron, “Las ciencias físico-matemáticas”, 72.

31. Con el cierre de las demás, que culmina en 1867 con el desmantelamiento del Real Instituto Industrial de Madrid, se da un flujo de profesores a la capital catalana, entre los que llega Rojas. Cano Pavón, *Estado, enseñanza industrial y capital humano*, 115, 135.

32. Norton Wise, *Aesthetics, Industry and Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society* (University of Chicago Press, 2018): 354.

33. Primera conferencia, 301.

Duran i Bas, definiría la institución en su compromiso con la regeneración, el progreso y la mejora moral y material del país<sup>34</sup>.

Si bien estas características del discurso de Rojas nos sirven para contextualizar su pensamiento, ya han sido analizadas por Pohl Valero en el campo de la termodinámica. El autor demuestra que el posicionamiento científico defendido por Rojas viene en gran medida motivado por un interés material de fondo; la legitimación de la física en la universidad española<sup>35</sup>. Con el fin de elevar el estatus social —y por ende epistémico— de la disciplina, Rojas emprende varias estrategias. Por un lado, la insistencia en el cautivador utilitarismo, teniendo en consideración la clase burguesa industrial que atiende a sus palabras. Por otro, la adopción de una teoría atómica unificadora, popularizada en España a finales de los 60. Adoptando el marco de pensamiento de la física moderna, con sus conceptos de energía, termodinámica y unificación<sup>36</sup>, pretende instaurar unas creencias en su público que justifiquen la existencia institucional de esta disciplina, que en estos momentos se está negociando y a él le es conveniente<sup>37</sup>.

Pero Rojas no adopta una visión mecánica de la naturaleza como tal, sino que la adapta en ciertos aspectos. A continuación, nos centraremos más profundamente en otros condicionantes que tuvieron una repercusión concreta y especial en el contenido específico que nos concierne; estos son los condicionantes religiosos. Por la posición sociopolítica que ocupa Rojas como miembro acomodado de la élite cultural de la burguesía liberal barcelonesa, plenamente integrada en el régimen político de la Restauración Borbónica canovista, entran en colisión en su persona diferentes intereses difíciles de conciliar bajo una misma postura epistemológica y cosmológica. Por ello, optará por un eclecticismo pragmático y una apropiación selectiva de los preceptos que le sean convenientes para la formulación de un discurso coherente a su posición<sup>38</sup>.

---

34. Jordi Casassas (dir.), *L'Ateneu i Barcelona. Un segle i mig d'acció cultural* (RBA Libros, 2006): 276.

35. Pohl Valero, "La termodinámica como elemento legitimador", 96-98. Pohl Valero, *Energía y cultura*, 40.

36. Peter M. Harman, *Energy, Force and Matter. The Conceptual Development of Nineteenth-Century Physics* (Cambridge University Press, 2010).

37. Sánchez Ron, "Las ciencias físico-matemáticas", 51.

38. Villar Piñon, "La apropiación de la obra", 121.

### 3. El Ateneu Barcelonès y su posicionamiento religioso

El espacio que acoga y moldee este discurso será el Ateneu Barcelonès, centro de encuentro y sociabilidad de la burguesía industrial catalana. Pese a que este tipo de asociación surge en el segundo tercio del siglo como un espacio popular de suspensión de las dinámicas relacionales de desigualdad capitalistas, el medio acaba siendo apropiado por la burguesía<sup>39</sup>. El rastreo de la genealogía del Ateneu Barcelonès demuestra los orígenes plutócratas de su membresía<sup>40</sup>. Estrechamente ligado al espíritu regeneracionista, este espacio se utiliza como herramienta política para, mediante la hegemonía social y cultural, sustentar la hegemonía económica y política. Según expresan Arnabat-Mata y Ferré-Trill, se concebía como “un laboratorio de ideas donde pensadores, profesionales y técnicos [elaboraban] un programa que unificase y cohesionase la sociedad catalana en el marco de sus intereses de clase”<sup>41</sup>.

En 1877, cuando Rojas entra en escena, el presidente de la asociación es Manuel Duran i Bas, jurista liberal-conservador comprometido con el proyecto de la restauración monárquica<sup>42</sup>. Duran i Bas sería defensor a ultranza de los pilares de la sociedad tradicional y crítico con las ideologías emergentes que la ponían en cuestión<sup>43</sup>. El proyecto político de la Restauración Borbónica se regía apuntalado sobre unos fuertes pilares religiosos, y el posicionamiento materialista suponía para la cosmología católica del mundo una contrariedad; negaba la posibilidad de existencia a sustancias que no dispusieran de una ontología material. El universo quedaba gobernado por la casualidad y no por un propósito<sup>44</sup>. Aún más, la pérdida de confianza en los rituales y códigos sobrenaturales dejaba al hombre solo ante las vacías leyes mecánicas. Esto era considerado moral y socialmente peligroso<sup>45</sup>. Este posicionamiento institucional marcaría una grave impronta en las palabras escogidas y eludidas por Rojas.

---

39. Santiago Izquierdo, “Els ateneus a Catalunya. Cultura i sociabilitat als segles XIX i XX”, *Catalan historical review* 11 (2018), 151-153.

40. Ramón Arnabat-Mata y Xavier Ferré-Trill, “Evolución histórica de los ateneos en Catalunya (1836-1936)”, *Historia contemporánea* 55 (2017): 389, 393.

41. Arnabat-Mata y Ferré-Trill, “Evolución histórica de los ateneos”, 392.

42. Borja de Riquer i Permanyer, *Epistolari Politic de Manuel Duran i Bas* (Publicacions de l'Abadia de Montserrat, 1990).

43. Casassas, *L'Ateneu i Barcelona*, 276.

44. Frederick Gregory, “Materialism”, in *The History of Science and Religion in the Western Tradition*, ed. Gary B. Ferngren (Garland Publishing, 2000): 176-177.

45. Pohl Valero, *Energía y cultura*, 139.

Pese a que en ciertos aspectos Rojas emplea concepciones mecanicistas muy similares a las de sus coetáneos europeos, siempre se mantiene cauteloso respecto a la idea de unificación<sup>46</sup>. Como concretaremos en el análisis del contenido de la conferencia, en la definición de los límites entre lo material y lo inmaterial, su pensamiento mostrará ciertas modificaciones respecto al de Helmholtz o Tyndall, adaptativas a su contexto ideológico. En su cosmología existe un espacio infranqueable para la sustancia inmaterial y el espíritu, en las que no aplican los mismos mecanismos que para el mundo orgánico.

A este respecto, sus conferencias sobre acústica toman una actitud casi defensiva, preventiva de malinterpretaciones, y el divulgador desgasta su retórica en explicitarse diametralmente opuesto al materialismo. Tras esta declaración de inocencia se esconde una urgencia por descartar la posible vinculación que se pueda establecer entre él y los materialistas radicales, que en este mismo contexto están siendo muy rebatidos y señalados. En algunos círculos, fuera y dentro del Ateneu, existe una palpable hostilidad contra las posiciones susceptibles de ser consideradas materialistas.

Discursos cientificistas ligados a una postura antirreligiosa han empezado a germinar y propagar sus semillas por el país recientemente. Dentro del regeneracionismo, un sector de la burguesía liberal tomará una postura anticlerical en su plan de elevar el nivel cultural y material del país<sup>47</sup>. Por medio de la promoción del librepensamiento, se buscará el aumento del capital simbólico de la ciencia para combatir las restricciones teológicas del ámbito universitario —de tradición humanística—, y mediante el progreso natural acceder al progreso económico y social del territorio<sup>48</sup>. Como modelo, la batalla educativa librada por Helmholtz y coetáneos en Alemania.

Tras la abolición de la censura en el sexenio democrático (1868-1874) surge un gran número de nuevas publicaciones de prensa divulgativa que permite la entrada de refrescantes ideas europeas en la península<sup>49</sup>. Los

---

46. En la memoria sobre termodinámica premiada por el Ateneu, Rojas escribe: "Afirmar la tendencia hacia esa síntesis de los fenómenos de la materia pura no es lo mismo que afirmar la unidad de las fuerzas físicas (...). La opinión sobre estas (...) grandes cuestiones, del autor de esta memoria, sobre tener poquísimo o ningún valor autoritario, estaría aquí fuera de lugar oportuno". Pohl Valero, "La termodinámica como elemento legitimador", 98.

47. Villar Piñon, "La apropiación de la obra", 47.

48. José Manuel Sánchez Ron, "Las ciencias físico-matemáticas en la España del siglo XIX", *Revista Ayer* 7 (1992): 51-54. Lusa Monforte y Roca Rosell, "Historia de la ingeniería industrial", 13-95.

49. Pohl Valero, *Energía y cultura*, 41.

debates acaecidos en el Ateneo Madrileño entre 1875 y 1876 serán un importante foco introductor de ideas positivistas que cargarán contra todo precepto metafísico o teológico, y propondrán la secularización del Estado. Sin ir más lejos, la propia *Revista Contemporánea* —en la cual más tarde se publicarían las conferencias de Rojas— permanecería a cargo de directores con inclinaciones positivistas, e incluso Menéndez Pelayo reconocerá ya por 1875, siendo José del Perojo su director, la conexión de los positivistas catalanes con dicha revista<sup>50</sup>.

El 30 de diciembre de 1875, la *Revista Contemporánea* editaba la traducción de un artículo aparecido en *The Westminster Review* titulado “Bases físicas y fisiológicas de la armonía: Teorías de Helmholtz y Tyndall”, firmado E.C. En ella se podía leer: “Todos nuestros sentimientos y emociones, desde la más pequeña sensación hasta el más alto de los estados estéticos de conciencia, son referibles en último término a una causa puramente mecánica (...)”.

La crisis positivista llegará a intramuros del Ateneo. La primera década de su existencia será testigo de fuertes tensiones internas entre socios. El 30 de noviembre de 1876, en el discurso de la sesión inaugural del Ateneo, Duran i Bas llama la atención sobre el avance del positivismo y otras doctrinas “nocivas”<sup>51</sup>. Anuncia que se aceptarán en la casa todas las ideologías, siempre y cuando no atenten contra los pilares invulnerables del orden moral y social<sup>52</sup>. En el año 1877, Pere Estasén i Cortada (1855-1913, sociólogo influenciado por el darwinismo social), emprende una serie de siete conferencias. En ellas, discute todo tipo de teorías positivistas y evolucionistas, que causan un gran revuelo público<sup>53</sup>. El contenido había estado aprobado por la Junta Directiva de la institución, pero en abril se publica la quinta conferencia de Estasén en la *Gazeta de Barcelona* —revista republicana—, lo cual lleva a una gran agitación y culmina con el veto a su voz dentro del Ateneo<sup>54</sup>. En el mismo año, se suspenden las conferencias del poeta Joaquim Bartrina, que combinaba mediante sus versos positivismo y fe<sup>55</sup>.

---

50. Jaume Roca i Roura, “Positivismisme i social darwinisme: La seva influència pedagògica a l'època de la Renaixença”, *Butlletí de la Societat Catalana de Pedagogia, Monogràfic n.º 3* (1990): 23-24.

51. Riquer i Permanyer, *Epistolari polític de Manuel Duran i Bas*, 89.

52. Casassas, *L'Ateneu i Barcelona*, 89.

53. Para una exposició detallada de los contenidos por los que transcurren las conferencias, véase Roca i Roura, “Positivismisme i social darwinisme”, 25-31.

54. Casassas, *L'Ateneu i Barcelona*, 91-92.

55. Riquer i Permanyer, *Epistolari polític de Manuel Duran i Bas*, 89.

La Junta Directiva decreta que las ideas difundidas no respetan la legislación en materia religiosa, por lo que se impone, en enero de 1878, un reglamento más estricto para la revisión de los contenidos de las conferencias<sup>56</sup>. Estas confrontaciones llegan a su culmen con la escisión de una parte de la sociedad ateneística que pasa a conformar el *Ateneu Lliure de Catalunya* (1878-1882), destinado a la intelectualidad republicana de la ciudad y que permite una mayor apertura hacia ideas modernizadoras<sup>57</sup> y opuestas a la restauración canovista<sup>58</sup>.

Este es el tenso ambiente que se respira entre los muros del Ateneu cuando Rojas toma la palabra, por lo que es comprensible su cautela<sup>59</sup>. La insistencia en distanciarse respecto al materialismo no es gratuita, pues hay varios vínculos que lo unen a figuras señaladas como anatemas. La revista barcelonesa *Critica Cristiana*, dirigida por Ortí i Lara, emprendía en estos momentos una cruzada contra el materialismo tyndalliano<sup>60</sup>. Aunque Tyndall creía en una posible convivencia entre la esfera científica y la religiosa, su figura era entendida desde algunos sectores como defensora de un mundo vacío de significaciones sobrenaturales<sup>61</sup>. El científico se había visto envuelto en varias polémicas, como el famoso “Belfast Address” (1874) en las que derogaba la autoridad científica de la Biblia<sup>62</sup>. Para más inri, la termodinámica, e incluso el nombre propio de Rojas, habían sido mentados por Estasén en su defensa del materialismo<sup>63</sup>.

---

56. Manuel Pérez Nespereira, “La primera crisis positivista a l’Ateneu Barcelonès (1877-1878), *Cercles. Revista d’història cultural* n.º 2 (1999): 71-72.

57. Arnabat-Mata y Ferré-Trill, “Evolución histórica de los ateneos”, 393.

58. Casassas, *L’Ateneu i Barcelona*, 97.

59. Rojas entrega un pliego manuscrito a la Junta, donde resume los contenidos de su primera conferencia, y la Junta establece la conveniencia de que así se haga siempre, como queda expresado en acta. Libro de Actas de la Junta Directiva, sesión del 7 de diciembre de 1877, p.25.

60. Roca i Roura, “Positivisme i social darwinisme”, 24.

61. Kim argumenta sobre la conflictiva posición de Tyndall como materialista religioso. Plantea la idea del naturalismo científico del autor entendido como una expresión de su fe religiosa. Stephen S. Kim, *John Tyndall’s Transcendental Materialism and the Conflict Between Religion and Science in Victorian England* (Edwin Mellen Press, 1996).

62. Bernard Lightman, “The Theology of Victorian Scientific Naturalists”, in *Science Without God? Rethinking the History of Scientific Naturalism*, ed. Peter Harrison and John H. Roberts (Oxford University Press, 2019): 238-239, 252.

Roland Jackson, *The Ascent of John Tyndall. Victorian Scientist, Mountaineer, and Public Intellectual* (Oxford University Press, 2018): 327-340.

63. El libro de Francisco que Estasén había leído, y que aparece citado en la publicación de sus conferencias por la editorial Jané Hermanos (p.158) es la memoria sobre historia de

En su defensa, Rojas interpreta la ciencia atómica del momento en consonancia con el catolicismo. Rojas, al igual que en su momento lo hicieron Gassendi, Hobbes o Priestley<sup>64</sup>, salva la longeva riña entre materialismo y religión, y consigue conciliar, mediante sus propios mecanismos, la parte material y metafísica de su mundo. En contraposición a otras maneras de pensar el sonido y la música, y aun aceptando las bases de la ciencia del momento, veremos como Rojas abre en su acústica un espacio para lo sagrado. Él mismo escribía años antes: “el límite de la unidad de leyes generales es aquel donde todas se funden en una superior, infinita y libre, cuyo nombre pronunciamos con veneración y respecto, Dios”<sup>65</sup>. La confluencia de intereses que atraviesan su posición —presentados anteriormente— es cohesionada en su práctica mediante una postura ecléctica y diversas estrategias que enunciaremos a continuación.

#### 4. ¿Cómo salvar el abismo entre cuerpo y mente?

##### *4.1. Nuevos límites anatómicos para el determinismo*

En su texto sobre acústica Helmholtz dividía de manera tripartita las fases de percepción auditiva. Reconocía tres escalas; estímulo material, sensación y percepción. En primer lugar el fenómeno físico. Un generador —cuerpo elástico— provoca vibraciones que se transmiten a modo de ondas esféricas de presión en el aire. Tras este sencillo paso, donde todo luce predecible, entra el juego el cuerpo humano y la distinción se complica, pues Helmholtz tiene que lidiar con el problema psicofísico. El autor plantea un oído dual, mediante la distinción de dos ubicaciones anatómicas diferenciadas para dos funciones; sensación y percepción.

Por un lado, el oído corporal/físico/material. Es el oído externo y medio, hasta las fibras nerviosas de la cóclea, que toman la función de resonador y actúan como cuerdas en vibración simpática con el generador, cada una de ellas afinada a una frecuencia específica. La adopción de la función de resonador externo para el oído corporal, conlleva entenderlo como un

---

la termodinámica que había sido premiada en el Ateneu. Roca i Roura, “Positivisme i social darwinisme”, 28-29.

64. Gregory, “Materialism”, 177.

65. Pohl Valero, “La termodinámica como elemento legitimador”, 111.

medio de propagación más, es decir; como un mecanismo materialmente predecible. Helmholtz mantiene que la separación entre el mundo orgánico e inorgánico es enteramente arbitraria, pues no hay fuerzas atribuibles a las partículas materiales en los organismos que no existan fuera de ellos<sup>66</sup>. En este momento, el resonador penetra en el cuerpo humano, de modo que las cosmologías materiales lo hacen en su estudio, y el oído pasa a entenderse como un bloque de materia que espera ser percutido por una variación en la presión atmosférica<sup>67</sup>. En consecuencia, el sonido exterior y la escucha del oído material se formulan bajo un mismo mecanismo, pues lo que se reconoce auditivamente a este nivel puede verse funcionando fuera del cuerpo; es objetivo<sup>68</sup>.

Por otro lado, el oído espiritual/inmaterial/mental, no parece determinado por fuerzas mecánicas. Toma el relevo del anterior, cuando lo que eran sonidos ya no lo son más, convertidos en señales nerviosas. En la definición del funcionamiento del oído espiritual es el sistema de Helmholtz mucho más incierto, y solo alude a algunos principios generales para la traducción de los estímulos al traspasar estos umbrales<sup>69</sup>. Explica que la sensación de un sonido complejo, suma de infinidad de parciales sinusoidales, se traduce en su percepción final a una representación reducida a una sola frecuencia, determinada por el tono fundamental. La información tímbrica del generador es obtenida a partir de la intensidad relativa de los parciales, y el volumen perceptible se conforma por la suma de la amplitud de todas las ondas en juego.

Para el autor alemán, influenciado por sus amistades de la corriente de psicología asociacionista británica, el trasvase de la multiplicidad de sensaciones a una percepción singular unificada responde a una inferencia inconsciente basada en el principio de optimización<sup>70</sup>. La sobreestimulación exterior se reduce, a través del filtro de la percepción, a un signo inteligible

---

66. Benjamin Steege, *Helmholtz and the modern listener* (Cambridge University Press, 2012), 69-79.

67. Para un detallado recorrido por el proceso en el que Helmholtz reformula el funcionamiento del oído material e introduce el resonador en él, véase Steege, *Helmholtz and the modern listener*, 58-63.

68. Steege, *Helmholtz and the modern listener*, 69-70.

69. Stephan Vogel, "Sensation of Tone, Perception of Sound, and Empiricism: Helmholtz's Physiological Acoustics", in *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, ed. David Cahan (University of California Press, 1993): 261-263.

70. Steege, *Helmholtz and the modern listener*, 74.

que nos asegura el correcto reconocimiento del objeto externo. En la práctica auditiva ordinaria, solo atendemos a la fracción del estímulo que nos permite reconocer el objeto. El oído espiritual, desinteresado por el *cómo*, oculta la labor analítica de las fibras de la cóclea y se complace con el *qué*; su resultado.

Rojas reconoce, del mismo modo que Helmholtz, dos funciones de la anatomía auricular. En su tratamiento de la física del sonido no se topa con complicaciones, y habla de una cadena de materia formada por eslabones que transmiten un movimiento de manera predecible y objetiva. Del mismo modo define un oído material con un funcionamiento mecánico; un eslabón más en la cadena<sup>71</sup>.

Pero cuando arriba a la diferenciación entre el mundo material y el inmaterial, los contenidos que expone empiezan a diferir, en su definición y ubicación anatómica. Su definición de *espiritual* dista sustancialmente de la de Helmholtz, y está condicionada por la carga religiosa a la que el término se presta. El espíritu de Helmholtz escapaba de la lectura tradicionalmente romántica-hegeliana<sup>72</sup>. No era un espíritu portador de autonomía intelectual o espiritual, sino que funcionaba a un nivel mucho más encarnado, sujeto a unos principios independientes de la voluntad<sup>73</sup>. Rojas, define una rotunda diferenciación entre lo material y lo inmaterial marcada por nuestra incapacidad de conocer lo que ocurre al traspasar la frontera de lo corporal, por su ausencia de principios inteligibles para el humano, por su carácter divino:

Aquí termina el fenómeno fisiológico (...) y empieza el fenómeno psicológico. Aquí termina, señores, el terreno que el hombre puede conocer, y empieza el misterio; (...) misterio cuya comprensión parece negada al hombre<sup>74</sup>.

La luminosidad que Helmholtz arrojaba a este respecto, atribuyendo patrones de inferencia inconscientes a su funcionamiento, queda aquí totalmente desdibujada en la incerteza:

¿Cómo se pasa del fenómeno material al espiritual? ¿Cómo se salva el abismo que hay entre esos dos fenómenos? ¿Dónde está el puente para salvar ese abismo? (...) Ese abismo está envuelto en densas sombras, en negras brumas, en impenetrables tinieblas; y en medio de ellas, el alma, como suspendida en

---

71. Primera conferencia, 286, 291-293.

72. Gregory, "Materialism", 179.

73. Steege, *Helmholtz and the modern listener*, 58, 80.

74. Primera conferencia, 287.

el aire, recibe el beso misterioso de la materia (...). [...] ¿Quién lo recibe? El alma. ¿Cómo lo recibe? Este es el misterio. La acción pasa a oscuras y entre dos personajes (...): el uno, el sujeto del movimiento, la materia cerebral, el otro, el principio inmaterial, la sustancia inmaterial, el alma, el espíritu<sup>75</sup>.

Según Rojas, la materialidad afecta al centro cerebral acústico, y a partir de ahí los mecanismos son irreconocibles. La ubicación anatómica del oído espiritual no se encuentra, como sí para Helmholtz, en el cerebro, sino que se mueve más allá de él. El espíritu no tiene residencia, puesto que el alma informa todo el organismo. Pero solo en el cerebro, en la “augusta cámara donde parece que reside el invisible punto de contacto entre dos mundos, el material y el espiritual”, recibe esta su información del exterior. Cuando se realiza la transacción entre materialidad y espíritu en el encéfalo, la información deja de ser movimiento, que muere convertido en calor, para ser idea. Pero la idea permanece, contrariando a las posiciones materialistas:

¡La idea ser un movimiento! ¡El pensamiento ser un movimiento! Yo señores, allá en el mencionado beso entre el espíritu y la materia, veía un misterio: veía lo incomprensible: veía tinieblas: yo no veía nada, si ustedes quieren; pero en esta proposición yo veo algo: veo el absurdo<sup>76</sup>.

Por lo tanto, podemos ver que las líneas limítrofes que Rojas establece para este trasvase son diferentes a las marcadas por el médico alemán. Para el último, la explicación mecánica dejaba de regir en el contacto con la cóclea, y a partir de ahí se transmitía otro tipo de señal, no más mecánica, a través de lo que él llamaba oído espiritual. Para Rojas, en cambio, la función material se extiende hasta el cerebro, y es en ese punto donde se produce el “misterioso beso” entre cuerpo y alma. El reducido espacio en el que Rojas confina al espíritu le confiere una nueva amplitud, le abre una nueva cámara; la infinita bóveda de lo metafísico. El oído espiritual abandona su encierro en el cuerpo y goza ahora de un nuevo orden, seguro e impenetrable para las concepciones materialistas; el extracorporal.

Aprovechando que Helmholtz no había buceado tan a fondo hasta estas cavidades, y no había proporcionado determinaciones tan certeras respecto a los procesos del terreno psicológico —como si lo había hecho para los terrenos físico y fisiológico—, Rojas se hace hueco en este reducto

---

75. Primera conferencia, 287-288.

76. Primera conferencia, 290.

y construye desde esa indeterminación su discurso. Emplea el espacio que Helmholtz había dejado holgado para construir conocimientos propios bajo propias preocupaciones contextuales.

#### 4.2. *Adopción de una postura epistemológica apropiada*

Helmholtz comienza a trabajar en acústica en 1855, tras concluir varios trabajos sobre óptica. Junto con sus teorías de los sentidos va cristalizando una teoría epistemológica basada en el empirismo<sup>77</sup>. Su estudio no se limita a los fundamentos de la percepción, sino que se cuestiona los fundamentos mismos del conocimiento humano, y extrapola las conclusiones de su estudio arribando a un sistema plenamente asentado sobre la experiencia perceptiva. Mientras que anteriormente el interés científico se basaba en el objeto percibido, Helmholtz emprende un giro hacia el sujeto perceptor<sup>78</sup>. Así, su práctica científica y su filosofía de la ciencia se condicionan mutuamente<sup>79</sup>.

Como comentábamos anteriormente, dentro del sistema de Helmholtz, la realidad exterior le es imperceptible al oído, y este solo recibe su signo. Los sentidos solo reciben signos de la realidad. Esto, enlazado con la filosofía empirista, revela a Helmholtz que el único objeto de estudio perceptible es la representación mental, por lo que la ciencia solo puede ser ciencia de las sensaciones. Al poder únicamente acceder a la información perceptiva, solo cabe construir una ciencia descriptiva de las relaciones fácticas entre los fenómenos, sin pretensiones ontológicas. Este pensamiento conllevaría una problematización de la cosmología religiosa<sup>80</sup>.

Entonces, ¿cómo podría Rojas demostrar la existencia de un espíritu inmaterial? Helmholtz desarrolla su teoría perceptiva conjuntamente a su teoría del conocimiento. Al alterar Rojas los contenidos de la teoría perceptiva, altera consecuentemente las bases epistemológicas en las que se asienta. La única vía que el científico jerezano puede transitar hacia la prueba de la

---

77. Ver Timothy Lenoir, "The Eye as Mathematician: Clinical Practice, Instrumentation, and Helmholtz's Construction of an Empiricist Theory of Vision", in *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, ed. David Cahan (University of California Press, 1993): 109-153.

78. Steege, *Helmholtz and the modern listener*, 44.

79. Para mayor detalle sobre la correlación entre teoría de los sentidos y epistemología en Helmholtz, véase Vogel, "Sensation of Tone".

80. Gregory, "Materialism", 179.

existencia de una sustancia inmaterial, debido a que esta es imperceptible, es la especulación filosófica que a su juicio tiene “una fuerza incontrastable”<sup>81</sup>. Se distancia del empirismo, y así difiere sustancialmente de la ciencia impartida por los referentes europeos a los que reconoce autoridad. Manifiesta que no se puede tratar el fenómeno “como si se tratase de un simple problema físico” y reclama su derecho a acudir a las derivas metafísicas del pensamiento:

¿Por qué (...) encontrar acientífico que se recurra a la existencia de un principio o sustancia inmaterial, para explicar los fenómenos de la vida, los de la sensibilidad, los de la inteligencia y los de la razón (...)? [...] El materialista odia la metafísica, no quiere hacer metafísica; pero tendrá que hacer archi-metafísica en cuando empiece a raciocinar<sup>82</sup>.

Recorre a lo largo de las dos conferencias a varias deambulaciones de este tipo. Alude al *cogito* cartesiano en varios momentos, declinando definitivamente la visión empirista del conocimiento natural para fundar toda su epistemología sobre el ejercicio de la razón, y reconociendo en Descartes un referente intelectual. Las alusiones directas a la figura del racionalista francés son varias a lo largo del texto, pues la apropiación de esta autoridad permite la conciliación coherente del mecanicismo con la ontología religiosa. Así, para la defensa de las bases metafísicas de su sistema, se ampara en sus palabras: “Lo único que sé, es que al cambiarse entre esos dos personajes el misterioso beso, dice uno (y por esta vez en castellano claro): Yo siento”<sup>83</sup>.

Lo que hace de este modo es otorgar excepción a la sustancia pensante<sup>84</sup>. Diferencia entre la *res extensa*, divisible y en constante mutación termodinámica, y la *res cogitans*, de existencia indudable. El sentimiento individual, el “Yo siento”, solo puede ser asociado a la cosa pensante, pues la divisibilidad atómica de la materia es incompatible con la individualidad del “Yo”. También, partiendo de que el pensamiento es materia, no se podría explicar la memoria, pues esta se perdería al convertirse el movimiento en calor<sup>85</sup>.

En conclusión, la postura de Rojas queda lejana al empirismo de Helmholtz o Tyndall, que solamente estudiaban las causas y efectos observa-

---

81. Primera conferencia, 289.

82. Primera conferencia, 289-291.

83. Primera conferencia, 288.

84. Gregory, “Materialism”, 178.

85. Segunda conferencia, 421.

bles<sup>86</sup>. Adopta la epistemología racionalista para justificar la existencia de la sustancia inmaterial y encajar la teoría científica en su realidad ideológica. No es, por tanto, una decisión intelectual autónoma, sino que responde a un compromiso con una idea socialmente condicionada; la existencia del alma. Sí es, a su vez, un ejercicio de agencia creativa. A través de los distintos puentes que Rojas y Helmholtz erigen para salvar los abismos entre cuerpo y alma, se llega a significaciones cosmológicas y epistemológicas totalmente dispares. Del mismo modo, diferirán las significaciones estéticas en la interpretación de ambos.

#### *4.3. Apropiación selectiva de los motivos de la armonía*

En cuanto a la percepción de la consonancia Helmholtz explica, a través de experimentos con la sirena polifónica —instrumento que le permitía cuantificar las pulsaciones de dos frecuencias para establecer sus relaciones—, la teoría de pulsos. Según esta, cuando la frecuencia de un tono puro —onda sinusoidal simple— presenta una gran cercanía con la de otro, por el desfase acumulado de sus fases se crean variaciones bruscas en la amplitud de onda que son perceptibles y desagradables al oído, causando asperezas. Cuando hablamos de un sonido complejo —suma de infinitud de parciales sinusoidales—, el mismo principio aplica a la multitud de frecuencias; tanto a la fundamental como a sus sobretonos. Por esta razón, en música, los intervalos más consonantes son aquellos en los que los armónicos coinciden en mayor medida, pues el resultado del cómputo de sus fases es más nivelado, y por tanto, menos disonante.

Al llegar la conferencia al tema de “la más bella empresa del sonido”, reiteradamente centra Rojas su atención en la definición matemática de la consonancia. Reincide continuamente en que la sencillez de las relaciones numéricas entre las frecuencias involucradas en un intervalo determina su sonoridad placentera. Al número sencillo le atribuye belleza, y la capacidad demostrativa de la existencia de Dios, del mismo modo que lo había hecho en el campo de la termodinámica el Padre Secchi<sup>87</sup>. Bajo su argumentación, el alma nace divinamente predispuesta a la percepción de la verdad, y por ello

86. Lightman, “The Theology of Victorian Scientific Naturalists”, 237.

87. Pohl Valero, *Energía y cultura*, 141.

reconoce las relaciones de fase simples a través del placer estético. Supone después que la existencia de una inteligencia creadora es necesaria para la justificación de este orden inteligible y, sobre todo, perceptible:

Si no hubiera presidido una inteligencia a la creación, ésta no sería inteligible para el hombre ni en todo ni en parte, ni en poco ni en mucho. (...) Lo inteligible de una obra supone necesariamente lo inteligible del que la hizo. He dicho<sup>88</sup>.

Mediante esta aseveración, el autor se vuelve a alejar de la connotación originaria de las cosmovisiones de Helmholtz o Tyndall, que fueron diseñadas con la finalidad de describir las relaciones cinemáticas entre los fenómenos, sin inferencia de interpretaciones teleológicas. Del mismo modo, se está enfrentando a Estasén, que en sus conferencias mantenía que “para el positivismo, el cielo no revela inteligencia ni otra sabiduría que la de Hiparco, la de Keplero, la de Newton y la del Padre Secchi”<sup>89</sup>. Para Rojas, el diseño divino no solo es palpable por su inteligibilidad, sino también por su perceptibilidad innata: “Nuestro ingénito amor a lo bello podría no ser otra cosa que una indirecta y natural manifestación de nuestro ingénito amor a lo verdadero”<sup>90</sup>.

Si aplicamos un análisis más profundo a lo que aquí defiende, nos daremos cuenta de que Rojas convierte en causa lo que Helmholtz identificaba como consecuencia. Helmholtz atribuye razones físicas y fisiológicas a la percepción de consonancia. Volviendo a la teoría de pulsos, las frecuencias de los tonos involucrados en un sonido musical interactúan entre ellos. Los sobretonos presentes en el sonido musical —aquel sonido asociable a una frecuencia determinada— solo serán armónicos, es decir; múltiplos de la frecuencia fundamental (1:2, a distancia de octava superior, 1:3, octava más quinta justa, 1:4, doble octava, 1:5, doble octava más tercera mayor justa...). Serán estos parciales de las dos notas los que, a partir de su interacción por la teoría de pulsos, determinen la consonancia. Cuanto mayor sea la coincidencia de estos, menor será la interacción conflictiva, menor la disonancia sensitiva. Por tanto, las interválicas que respeten las proporciones presentes

---

88. Segunda conferencia, 430.

89. Roca i Roura, “Positivisme i social darwinisme”, 29.

90. Segunda conferencia, 430.

en la serie armónica (octava, quinta justa, tercera mayor...), serán los que causen menores discordancias entre parciales.

Por el contrario, Rojas no explicita en ningún punto esta explicación. Mientras que para Helmholtz entran en juego el tono fundamental y sus parciales, Rojas parece reducir todo a la relación numérica simple entre dos frecuencias fundamentales. Solo queda el número. Convenientemente para la defensa de una inteligencia creadora que acapara en sí los conceptos de verdad y belleza, las causas se presentan evidentes; detrás de todo está la idea de orden.

Las razones de la armonía que Rojas divulga no son nuevas. Desde la tradición pitagórica, pasando por los diferentes sistemas de entonación históricos, se ha relacionado número y consonancia. Incluso Rameau en su *Traité de l'harmonie réduite à ses principes naturels* (1722), ya analiza los armónicos y los define ordenados formando una triada mayor. Mas nadie había llegado a encontrar en ellos mismos la función generadora de armonía, como si lo haría Helmholtz, invirtiendo la explicación. Lo inaudito que Helmholtz y Tyndall ofrecen es, desde un empirismo que rechaza la búsqueda de causas, la revelación de los eventos físicos y fisiológicos que se esconden detrás del número aparente<sup>91</sup>. Rojas deja de lado este descubrimiento, y refuerza así su visión cosmológica. No es ciencia nueva, pero es ciencia en construcción.

En definitiva, parece que Rojas define un oído totalmente determinado por las proporciones verdaderas para la percepción de la belleza. Pero esta determinación ya no es física, sino divina. La aprehensión de las ideas de verdad y belleza se producen, según él, de manera innata, y el aprendizaje no tiene lugar en este proceso. A modo de argumento para la naturaleza indisoluble de los conceptos de verdad y belleza, solo las almas racionales (desde un planteamiento aristotélico de las almas; vegetativa en plantas, sensitiva en animales y racional en humanos), solo las capaces de acercarse a la verdad intuitivamente, pueden sentir lo bello. “El alma siente la simplicidad de la relación numérica. (...) El alma, sin conocer la verdad, la adivina, la presiente, la vislumbra”<sup>92</sup>.

La idea de que el alma nace naturalmente predispuesta a gustar del orden y la ley fácil puede tener un evidente subtexto en plena Restauración Borbónica. Por la posición que ocupa el público que frecuenta el Ateneu,

91. Steege, *Helmholtz and the modern listener*, 33-34.

92. Segunda conferencia, 429-430.

ni a Rojas ni a sus compañeros les interesa que el orden social establecido se tambalee. El sector conservador de la burguesía coincide con la Iglesia al encontrar en el materialismo y en la desaparición de los rituales y códigos sobrenaturales una fuente de decadencia moral y social. Les conviene expandir y fortalecer esta idea para asociar el malestar social y la agitación de las masas obreras a explicativos cosmológicos, y no a las desigualdades materiales y sociales de las que obtienen beneficio. Son recientes en el imaginario colectivo incidentes como la creación de la Asociación Internacional de Trabajadores en Londres (1864) o la *Commune de Paris* (1871), muestrario de iniciativas políticas incómodas para el estrato burgués<sup>93</sup>.

Rojas recalca que el “alma que ama la unidad, ama la ley, ama el orden, ama lo inteligible, ama la verdad”, y que “la imagen caótica no puede ser agradable al alma, y no lo es”<sup>94</sup>. Esto es especialmente significativo cuando emplea el término *anarquía* para definir el contraejemplo, o cuando recurre a una metáfora militar (la imagen de un desfile de soldados sincronizados) como muestra del orden en el que el alma es capaz de percibir a Dios. El subrayado del orden natural en música, se emplea aquí como defensa de un orden social, supuestamente natural. Al igual que son ingénitos los instintos de verdad y belleza, lo es el de la justicia y el bien: “Lo bueno, lo bello, lo justo, podrían no ser más que las floridas ramas del árbol de la verdad”<sup>95</sup>.

#### 4.4. *Redefinición de la subjetividad auditiva*

Por último, dentro de todos estos procesos interpretativos, falta por determinar un aspecto; ¿a partir de la definición de cuerpo y alma, cómo se construye a sí mismo el sujeto oyente? ¿en qué posición queda el sujeto dentro del proceso auditivo —estético y epistémico— definido por Helmholtz y por Rojas? ¿qué libertad se le confiere?

El oído espiritual de Helmholtz parece bastante condicionado por el estímulo material. No obstante, el aprendizaje y el hábito, procesos de origen humano, son elementos fundamentales para la explicación del oído espiritual en su sistema. El sonido externo contiene una amplia gama de frecuencias que es ignorada por el hábito economizador del oído espiritual. Por consiguiente,

---

93. Pohl Valero, *Energía y cultura*, 140.

94. Segunda conferencia, 426-427.

95. Segunda conferencia, 430.

en su facultad de atención presenta este su autonomía y agencia perceptual. Helmholtz enfrenta con este arma una batalla por reestablecer la inmediatez de la sensación, acceder a lo eludido por el hábito y combatir la falibilidad del oído. Este tipo de escucha, que no es pragmática para la audición ordinaria, cobra un papel importante en actividades en las que el oído cumple una función especial, alejada de la costumbre. Estas son la actividad científica y la artística, en las que las materialidades sí constituyen un interés genuino en sí mismas, más allá de su practicidad<sup>96</sup>. Del mismo modo que estas técnicas de escucha atenta nos pueden llevar a la percepción de verdad en ciencia, defiende Helmholtz, nos pueden llevar a la percepción de belleza en arte.

En definitiva, el oído de Helmholtz es un órgano que, pese a estar bastante determinado por la realidad material, guarda un reducto de subjetividad en su capacidad de percibir de manera atenta los elementos materiales del sonido que mediante el hábito ha olvidado. Hay un margen de libertad a través de la atención; es posible educar al oído para sus actividades especiales.

Rojas, por el contrario, parecía defender un oído espiritual no físicamente, sino divinamente determinado para la belleza. Como hemos visto, rechaza el concepto de hábito economizador tan presente en el sistema de Helmholtz. Para la defensa de este otro tipo de alma, construye otro tipo de subjetividad. Mientras que para Helmholtz el mundo es inabarcablemente caótico y el orden se encuentra en la percepción humana (solo gracias a sus mecanismos somos capaces de acceder a la verdad o la belleza), para Rojas el orden está en el mundo y el alma humana solo puede intuirlo, pudiendo acercarse a él por medio de la razón, pero sin alcanzar a tocarlo:

[...] como la mariposa alrededor de la llama, gira el alma entorno a la verdad, mas sin poseerla nunca por completo. ¿Qué sucedería si llegase a poseerla, teniendo aún pegadas las frágiles alas de la carne? Yo creo que perdería las alas, como la mariposa cuando penetra en la llama<sup>97</sup>.

Esta subjetividad podría parecer contener menor agencia perceptiva. Pero paradójicamente, mientras que el subrayado de las proporciones naturales le sirven para la defensa de los estatutos religiosos, la total determinación del sentimiento estético no comulga con los preceptos del catolicismo. El libre albedrío, la potestad inherente del alma para tomar decisiones de manera

96. Steege, *Helmholtz and the modern listener*, 14.

97. Segunda conferencia, 428.

consciente —sin estar determinada—, supone para el catolicismo una base teológica moral. En contraposición a Helmholtz, Rojas deberá transmitir una idea de alma más cercana a la romántica, productora de ideas y pensamientos autónomos, libre. Este poder de decisión individual se manifiesta en el discurso de Rojas en el reconocimiento de elementos accesorios y subjetivos que juegan en el placer estético y no aparecen contemplados bajo el prisma determinista. Estos no tienen su origen en la verdad preconcebida, sino que se originan en el mismo alma; son aprendidos y variables, en relación a las experiencias vitales, y cargan un peso moral. No son estructuras o escalas, se trata de pensamientos que no pueden ser sometidos al reduccionismo matemático de los positivistas:

Un pensamiento puede ser heroico, sublime, ridículo, criminal, virtuoso, pecaminoso, moral, inmoral; pero ¿cómo puede aplicarse esto al movimiento? (...) Un movimiento puede expresarse algebraicamente, puede traducirse en una fórmula en la cual entran el espacio, el tiempo y la velocidad; pero ¿puede expresarse una idea por medio de una fórmula de este género?<sup>98</sup>

Rojas insiste en discernir los elementos puramente acústicos de la consonancia sensitiva, objetivos y universales en sus proporciones sencillas, de los elementos artísticos humanos, “los atavíos con que, para mayor deleite, solemos revestir la música”<sup>99</sup>. Pero para el orador, no por ser inmateriales tienen un papel menor, sino que son superiores a la simple sensación de consonancia material. En su planteamiento estético escapa también de una consideración material, para incorporar elementos ideales. Busca en todo momento equilibrar el peso de ambos; la determinación divina y la libertad del alma. Se aleja así de una estética formalista, de raíces positivistas:

Hay que descartar todo eso para que solamente nos quede en el fondo del crisol de nuestro análisis la placentera sensación del sonido o acorde, separada de todos esos accidentes, emociones y sentimientos, que son escorias para el caso analítico que considero. Escorias las llamo, mas no porque las desprecie, que las considero hermosísimas y superiores al botón metálico del placer sensual puramente acústico. Alguna vez las escorias habían de valer más que el botón<sup>100</sup>.

---

98. Primera conferencia, 290-291.

99. Segunda conferencia, 424.

100. Segunda conferencia, 425.

## 5. Conclusiones

Hemos visto en este trabajo que los conocimientos científicos europeos son interpretados en el contexto social del Ateneu, en una mezcla de intereses de diversas naturalezas; sociales, políticos, religiosos, materiales... Ante una realidad social fragmentada en intereses contrariados, en un periodo histórico convulso, la lectura que se hace de estas ideas resulta poliédrica, con aristas a veces difíciles de cohesionar. Hemos repasado las diversas estrategias que se ponen en marcha por parte de Rojas para conformar un discurso coherente y divulgable. Lleva a cabo una apropiación selectiva de elementos, reforzando aquellos que fomentan su cosmología y dejando de lado los que no. Teórica, metodológica y discursivamente compone un *collage* de influencias que juegan a su favor, manteniéndose en un limbo entre una ciencia romántico-católica y una moderno-liberal.

Pese a que este ejercicio altera drásticamente la significación filosófica y estética de la teoría científica originaria, sería erróneo considerar en este acto una tergiversación o simplificación del conocimiento. Los mismos procedimientos se dan en cualquier actividad —de comunicación— científica. Los descartes de datos inútiles y refuerzo de los convenientes son procesos inherentes a la ciencia. Por tanto, podríamos decir que la interpretación de un contenido científico funciona de manera similar a las inferencias inconscientes definidas por Helmholtz, que bajo el principio de optimización eluden la información que no es útil para una pragmática representación del mundo. Así, la pérdida selectiva de información puede ser una ventaja adaptativa para la interpretación del mundo que nos rodea. Del mismo modo que la sordera parcial es norma en el sistema perceptivo de Helmholtz, la ignorancia selectiva lo es en los procesos de transmisión de conocimiento.

Por consiguiente, no cabe aquí hablar de verdad universal. Vemos como, a partir de la división del oído de Helmholtz, se multiplican las definiciones de verdad<sup>101</sup>. ¿Es verdad lo que siente el oído material, o lo que percibe pragmáticamente el espiritual? ¿Es la verdad inherente a la materia como defiende Rojas, o se forma a través de la representación humana que extraemos de ella? Y continuando con la analogía, ¿es verdadero el conocimiento creado en Alemania o el transmitido en Barcelona? Probablemente, solo nos quede analizar el trabajo sintético de Rojas que, como el oído espiritual, prescinde

---

101. Steege, *Helmholtz and the modern listener*, 77.

de una fracción de la sensación para una percepción segura. Como a Helmholtz y a Tyndall, solo nos queda describir las relaciones fácticas entre los eventos, sin entrar en pretensiones ontológicas más ambiciosas.

Como hemos visto, dentro de toda esta historia no se puede concluir que el pensamiento religioso haya supuesto un ralentizador del avance de la ciencia. Hace mayor justicia a la realidad entender que unas cosmologías entran en contacto con otras, y que de este encuentro surgen mecanismos de construcción de nuevo conocimiento científico-religioso fruto del mestizaje. Cuando la acústica europea penetra en el Ateneu, la fe ha de ser mantenida para la determinación de la metafísica, la moral y la estética, que no pueden ser reducidas a leyes mecánicas, por lo que se mantendrán los elementos sobrenaturales a partir de una reformulación de los argumentos en su defensa; estos serán científicos y filosóficos.

Entendiendo estas dinámicas, podemos reconocer que los intereses religiosos moldean y ocultan algunas de las asunciones científicas para hacerlas cohesivas con su cosmología, del mismo modo que resaltan y hacen prevalecer otras, implementando su difusión. Por ejemplo, en lo que se refiere a los motivos de la armonía, Rojas hace resaltar unos sobre otros. No podemos decir que esta actitud sea “extracientífica”. En innumerables casos históricos la ciencia se ha escrito atendiendo al principio teológico del diseño. El estudio de la naturaleza y el estudio de Dios se presentan en estas situaciones íntimamente relacionadas, si no como una misma cosa<sup>102</sup>. Por tanto, las motivaciones religiosas pueden ser, en ocasiones como esta, promotoras en la difusión y creación de conocimientos científicos.

Y junto con esta colisión de cosmovisiones, las ideas estéticas aparecen también estrechamente vinculadas. Como hemos visto, en una conferencia científica hay también espacio para consideraciones sobre la naturaleza de la belleza. Estas ideas, lejos de moverse en un plano ideal ajeno a la sociedad, también son fruto de su contexto y se mueven en relación a las ideas científicas o metafísicas que comparte un grupo. Por tanto, lo que una sociedad considere bello, bueno o verdadero estará siempre íntimamente relacionado. Rojas decía que estos términos provenían de un inamovible tronco común. En verdad parecen comportarse como un amasijo de ramas enzarzadas.

---

102. Harrison, “Science and Religion”, 84-86.

## Bibliografía

- Arnabat-Mata, Ramón y Ferré-Trill, Xavier. "Evolución histórica de los ateneos en Catalunya (1836-1936)". *Historia contemporánea* 55 (2017): 383-420. <https://doi.org/10.1387/hc.18090>
- Brenni, Paolo. "19<sup>th</sup> Century French Scientific Instrument Makers. VI. The triumph of Experimental Acoustics: Albert Marloye (1795-1874) and Rudolph Koenig (1832-1901)". *Bulletin of the Scientific Instrument Society* 44 (1995): 13-17.
- Brooke, John H. *Science and Religion: Some Historical Perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- Cahan, David. *Helmholtz. A Life in Science*. Chicago and London: University of Chicago Press, 2018.
- Cano Pavón, José Manuel. *Estado, enseñanza industrial y capital humano en la España Isabelina (1833-1868). Esfuerzos y fracasos*. Málaga: Imprenta Montes, 2001.
- Casassas, Jordi (dir.). *L'Ateneu i Barcelona. Un segle i mig d'acció cultural*. Barcelona: RBA Libros, 2006.
- Draucker, Shannon. "Hearing, Sensing, Feeling Sound: On Music and Physiology in Victorian England, 1857-1894", *BRANCH, Britain, Representation and Nineteenth-Century History* (ed. Franco Felluga), June 2018. Accessed [19/04/23].
- Everest, F. Alton. *Master Handbook of Acoustics. Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill Companies, 2001.
- Govoni, Paola. "The Historiography of Science Popularization: Reflections Inspired by the Italian Case". In *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*, edited by Faidra Papanelopoulou, Agustí Nieto-Galan and Enrique Perdiguero, 21-42. Ashgate Publishing Limited, 2009.
- Gregory, Frederick. "Materialism". In *The History of Science and Religion in the Western Tradition. An Encyclopedia*, edited by Gary B. Ferngren, 176-181. Garland Publishing, 2000.
- Harman, Peter M. *Energy, Force and Matter. The Conceptual Development of Nineteenth-Century Physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- Harrison, Peter. "'Science' and 'Religion': Constructing the Boundaries". *The Journal of Religion* 86, n.º 1 (2006): 81-106. <https://doi.org/10.1086/497085>
- Hui, Alexandra. *The Psychophysical Ear. Musical Experiments, Experimental Sounds, 1840-1910*. Cambridge: MIT Press, 2012.
- Hui, Alexandra. "From the Piano Pestilence to the Phonograph Solo: Four Case Studies of Musical Expertise in the Laboratory and on the City Street". In *Sounds of Modern History: Auditory Cultures in 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> Century Europe*, edited by Daniel Morat, 129-152. Berghahn Books, 2014.
- Izquierdo, Santiago. "Els ateneus a Catalunya. Cultura i sociabilitat als segles XIX i XX". *Catalan historical review* 11 (2018): 151-162. <https://doi.org/10.2436/20.1000.01.151>
- Jackson, Roland. *The Ascent of John Tyndall. Victorian Scientist, Mountaineer, and Public Intellectual*. Oxford: Oxford University Press, 2018.

- Kim, Stephen S. *John Tyndall's Transcendental Materialism and the Conflict Between Religion and Science in Victorian England*. Edwin Mellen Press, 1996.
- Ku, Ja Hyon. "British Acoustics and its Transformation from the 1860s to the 1910s". *Annals of Science* 63, n.º 4 (2006): 395-423. <https://doi.org/10.1080/00033790600865262>
- Lenoir, Timothy. "The Eye as Mathematician: Clinical Practice, Instrumentation, and Helmholtz's Construction of an Empiricist Theory of Vision". In *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, edited by David Cahan, 109-153. University of California Press, 1993.
- Lightman, Bernard. "The Theology of Victorian Scientific Naturalists". In *Science Without God? Rethinking the History of Scientific Naturalism*, edited by Peter Harrison and Jon H. Roberts, 235-254. Oxford University Press, 2019. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198834588.003.0014>
- Lusa Monforte, Guillermo y Roca Rosell, Antoni. "Historia de la ingeniería industrial. La escuela de Barcelona (1851-2001)". *Documentos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona* n.º 15 (2005): 13-95.
- Pérez Nespereira, Manuel. "La primera crisi positivista a l'Ateneu Barcelonès (1877-1878)". *Cercles. Revista d'història cultural* n.º 2 (1999): 70-75.
- Pérez Nespereira, Manuel. "La recepció del pensament i la cultura europeus a la Catalunya de la restauració: l'Ateneu Barcelonès i la seva biblioteca com a vehicles de recepció, assumptió i difusió". *Butlletí de la Societat Catalana d'Estudis Històrics* xvii (2006): 229-237.
- Picker, John M. *Victorian Soundscapes*. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- Pohl Valero, Stefan. "La termodinàmica como elemento legitimador de la física teòrica y aplicada en la España de la segunda mitad del siglo XIX". *Quaderns d'Història de l'Enginyeria* vii (2006): 73-114.
- Pohl Valero, Stefan. *Energía y cultura. Historia de la termodinàmica en la España de la segunda mitad del siglo XIX*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana - Editorial Universidad del Rosario, 2011.
- Riquer i Permanyer, Borja de. *Epistolari polític de Manuel Duran i Bas. Correspondència entre 1866 i 1904*. Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat, 1990.
- Roca i Roura, Jaume. "Positivisme i social darwinisme: La seva influència pedagògica a l'època de la renaixença". *Butlletí de la Societat Catalana de Pedagogia, Monogràfic* n.º 3 (1990): 23-59.
- Sánchez Ron, José Manuel. "Las ciencias físico-matemáticas en la España del siglo XIX". *Revista Ayer* 7 (1992): 51-84.
- Secord, James A. "Knowledge in transit". *Isis* 95, n.º 4 (2004): 654-672. <https://doi.org/10.1086/430657>
- Simon, Josep. "Scientific Publishing: Agents, Genres, Technique and the Making of Knowledge". *Histories* 2, n.º 4 (2022): 516-541. <https://doi.org/10.3390/histories2040035>
- Smith, Mark M. "Futures of Hearing Pasts". In *Sounds of Modern History: Auditory Cultures in 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> Century Europe*, edited by Daniel Morat, 13-22. Berghahn Books, 2014.
- Steege, Benjamin. *Helmholtz and the modern listener*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

- Tophman, Jonathan R. "Rethinking the History of Science Popularization/Popular Science". In *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*, edited by Faidra Papanelopoulou, Agustí Nieto-Galan and Enrique Perdiguero, 1-20. Ashgate Publishing Limited, 2009.
- Villar Piñon, José Antonio. "La apropiación de la obra científica de John Tyndall en España: (1868-1898)". Phd. Diss, Universitat Autònoma de Barcelona, 2014.
- Vogel, Stephan. "Sensation of Tone, Perception of Sound, and Empiricism: Helmholtz's Physiological Acoustics". In *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, edited by David Cahan, 259-287. University of California Press, 1993.
- Wise, Norton. *Aesthetics, Industry and Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society*. Chicago: University of Chicago Press, 2018.