

EL NATURALISMO CIENTÍFICO EN LA OBRA DE JOHN TYNDALL: FRAGMENTS OF SCIENCE

Autor: José Antonio Villar Piñón

Trabajo dirigido por el profesor Dr. Agustí Nieto-Galán

Director del Centre d'Història de la Ciència (CEHIC)
Universitat Autònoma de Barcelona.

Editor: Bubok Publishing S.L.

Depósito Legal:

ISBN: 978-84-9981-173-4

Màster Oficial Interuniversitari (UAB-UB)

Història de la Ciència: Ciència, Història i Societat. Curso 2009-2010.

Barcelona, 16 de Julio de 2010.

RESUMEN

El análisis de los ensayos de John Tyndall, *Fragments of Science*, permite identificar la teoría atómica, el principio de conservación de la energía y el evolucionismo darwinista como los elementos constitutivos del andamiaje teórico del naturalismo científico. Así, en su ensayo “On the Study of Physics” se resumen sus brillantes facetas como educador y divulgador científico, desarrolladas fundamentalmente en el seno de la Royal Institution. En la lectura “On Force”, Tyndall da por finalizada la controversia Joule- Mayer sobre la primacía del descubrimiento del principio de conservación de la energía, a la vez que plantea algunas de las claves de la lucha por el liderazgo en el seno de la comunidad científica. El discurso presidencial ante la British Association de 1874 en Belfast ejemplifica el coraje de Tyndall en su empeño por demarcar los territorios de la ciencia y la religión, a la luz de los nuevos desafíos científicos. En el trasfondo subyacen los procesos de secularización de la sociedad y de profesionalización de una comunidad científica heterogénea. El compromiso cívico que Tyndall demuestra en “The Belfast Address” es digno corolario de una vida y obra que permite situarlo como paradigma de lo que, en la terminología de Turner, se ha dado en denominar científico público.

ABSTRACT

Tyndall's essays *Fragments of Science* allow us to identify the atomic theory, the principle of energy conservation and Darwinian evolution as the basis of the theoretical framework of scientific naturalism. Both aspects, as educator and science populariser at The Royal Institution, are the subjects of our analysis of the essay “On the Study of Physics”. The essay “On Force”, concerning on the Joule-Mayer controversy, is a useful key for understanding the leadership fight inside the British scientific community in the nineteenth century. The presidential Address before the British Association at Belfast in 1874, is a good example of Tyndall's courage proposing the demarcation of science from religion. Tyndall's essays are analyzed in the realm of the processes of social secularization and professionalization of an heterogenic scientific community. Tyndall's life and papers enlight the civic commitment of a paradigmatic man, whom in Turner's words, is called a public scientist.

ÍNDICE

1. Introducción.....	5
2. Resumen de los textos comentados	11
2.1. On the Study of Physics	11
2.2. On Force	12
2.3. The Belfast Address	13
3. Educación y divulgación : “On the Study of Physics”	15
3.1. Tyndall en la Royal Institution: The Lecture Courses.....	15
3.1.1. Entretenimiento versus instrucción	17
3.2. The Lecture: “On the Study of Physics as a Branch of Education for All Classes”	19
3.2.1. “Boundary-work”: ciencia versus religión	20
3.2.2. “Boundary-work”: ciencia versus tecnología	21
4. El principio de conservación de la energía: “On Force”	23
4.1. El trasfondo científico	26
5. Atomismo, evolucionismo, religión: “The Belfast Address”	28
5.1. Atomismo	28
5.2. Evolucionismo	30
5.3. Demarcación ciencia/religión	33
6. Conclusiones.....	34
7. Agradecimientos.....	35
Fuentes y Bibliografía	37
Anexo 1	41

1. INTRODUCCIÓN

John Tyndall es sin duda una figura paradigmática, circunscrita al dilatado período Victoriano del siglo XIX británico, de lo que -siguiendo a Turner- se ha dado en denominar ciencia pública. Entendemos por tal, el conjunto de actitudes, estrategias y controversias que los científicos despliegan, para justificar sus actividades ante los poderes públicos y otras instituciones sociales cuyo patronazgo y cooperación demandan. La ciencia pública procuraba extender su influencia a élites no científicas, persuadir a ciudadanos y gobernantes de los beneficios sociales y económicos que se pueden obtener de la ciencia, definir los asuntos que los científicos pueden enfrentar por medio de sus conocimientos o experiencia y demarcar su estatus frente a otras élites rivales, intelectuales o religiosas. En su doble calidad de científicos y ciudadanos, los científicos públicos han evidenciado su compromiso cívico y una visión impulsora del papel de la ciencia en la sociedad¹.

Nos detendremos a comparar brevemente, la situación de la ciencia decimonónica en Gran Bretaña con la de sus pares continentales. En Francia, la Revolución de 1789 había propiciado un aluvión de cambios en sus instituciones científicas y educativas. El Muséum d'Histoire Naturelle sustituyó al Jardín du Roi, en las finalidades de exhibición, investigación y enseñanza, contando con profesores del relieve de Lamarc, Cuvier o Saint-Hilaire, se constituirá en el referente europeo en el campo de la investigación y formación en historia natural². Para la investigación y formación técnica se crearon la École Polytechnique y la École Normale Supérieure. El período histórico del Romanticismo confirmó las tendencias del período precedente: temporalización de las ciencias de la vida y del entorno, mayor rigurosidad en la química con la aplicación de las nuevas leyes ponderales, una nomenclatura unificada, y la matematización de las ciencias físicas con la mecánica celeste como modelo. París se convirtió en el epicentro del mundo científico.

A mediados del siglo XIX, Alemania comenzó a sustituir a Francia, en el liderazgo europeo de la ciencia. En el siglo anterior las universidades alemanas se habían propagado por los diversos estados germánicos y tempo después, acabarían por constituirse en pioneras de un moderno concepto: aunar ciencia e investigación. En la

¹ Turner, Frank M. (1980). "Public Science in Britain 1880-1919". *Isis* 71(4): 589-608.

² Bowler, Peter J.; Rhys Morus, Iwan. (2007). *Panorama general de la ciencia moderna*. Barcelona: Crítica, p.399-427.

década de 1820, se creó el grado de doctorado. El sistema educativo propició las enseñanzas científico-técnicas, la investigación y las relaciones con la industria. El modelo educativo de “seminarios” amplió sus objetivos al campo de la investigación, creándose con financiación pública nuevos institutos en el seno de la Universidad. Al compás de los logros obtenidos con la industrialización, las clases medias accedieron a las enseñanzas superiores. Los industriales financiaron investigaciones aplicadas, y las enseñanzas técnicas aumentaron su número y nivel con la creación de las escuelas técnicas (Technische Hochshulen). La locomotora industrial alemana despegaba merced a la investigación científica y sus aplicaciones tecnológicas³.

En Gran Bretaña, el impulso científico se encontraba, en la primera mitad del siglo XIX, en franca desventaja con respecto a los avances logrados en el continente. Las universidades de Edimburgo y Glasgow mantenían cierta actividad en el área científica, por el contrario, en las inglesas de Oxbrigde, sólo Cambrigde ofertaba formación en el área matemática, siendo de la segunda mitad del siglo las aportaciones británicas a la física de campos, de la mano de W.Thomson, G. Stokes y Maxwell, deudores de esa tradición matemática de Cambridge y con formación en filosofía natural⁴.

Con la Royal Society en decadencia, la comunidad científica hubo de recurrir a la creación de sociedades y revistas especializadas. A instancias del conde Rumford, y otros acaudalados mecenas, se había fundado en 1799 la Royal Institution (RI), siguiendo el modelo establecido cinco años antes en la Sorbona, pretendía difundir las innovaciones y la enseñanza, a través de conferencias y la aplicación de las ciencias a las artes y oficios⁵.

En la década de 1820 nacen los Mechanical Institutes dirigidos a obreros y artesanos especializados. Su vida fue efímera. Sólo mediado el siglo se estableció en Londres la Royal School of Mines. Se fueron constituyendo diversas sociedades especializadas como la London Geological Society (1807), la Zoological Society (1826), la Royal Astronomical Society (1831) y la Chemical Society (1841). A lo largo de la centuria proliferaran las sociedades locales dedicadas a la historia natural, que aglutinan a los aficionados a la ciencia esparcidos por toda la geografía del país. De carácter menos elitista, se multiplican por doquier los Field Clubs, cuyos miembros estudian la

³ Bowler, P. J. et al. (2007), p. 413.

⁴ Solís, Carlos et al. (2005). *Historia de la ciencia*. Espasa. Madrid: p.767-800.

⁵ Solís, Carlos et al. (2005) , p. 776-777.

naturaleza mientras recogen muestras. Al amparo de estas sociedades, se desarrolló una notable prensa científica, que incluía la publicación de memorias periódicas⁶.

La política no intervencionista del gobierno, acorde con la filosofía del liberalismo económico mistificada por los logros de la Revolución Industrial, privó del derecho a la educación a las clases sociales más desfavorecidas, el gobierno se inhibió también en la creación de centros de enseñanza técnica, en tanto las clases altas, recibían una educación superior de sesgo humanista.

En el primer tercio de siglo, voces tan autorizadas como las de Sir J. Herschel, Sir H. Davy o C. Babbage⁷, clamaron en vano frente al absentismo del estado en su política científica y educativa, haciéndole responsable del escaso reconocimiento social de los científicos y del declinar de la ciencia inglesa⁸. En Gran Bretaña, al contrario de lo que sucedía en otras naciones europeas, especialmente en Francia, donde la enseñanza de la ciencia alcanzaba tanto a los Lycés de la educación secundaria como a las universidades, ésta no tenía un definido carácter profesional. Los “caballeros especialistas” fundan en 1831 la British Association for Advancement of Science (B.A.A.S.)⁹. Entre las finalidades de la nueva asociación estaba, establecer lazos científicos entre sus miembros, extender sus logros por medio de reuniones rotatorias a lo largo de todo el país, y presionar al gobierno para lograr financiación y otras formas de ayuda. En el seno de la comunidad científica se crean también grupos informales con el objetivo de influir en el desarrollo de la ciencia. El X Club, fundado entre otros por Tyndall y Huxley en el año 1864, fue el grupo impulsor de la revista Nature en 1869, y sus objetivos pasaban por convertirse en un lobby a la hora de orientar la política científica del gobierno y en la promoción académica a sus miembros.¹⁰

El período que va de comienzos de siglo a la Exposición Universal londinense de 1851, marca un lapso de tiempo en el que algunos científicos, señalan la importancia de la ciencia como conocimiento útil, de autorrealización, de desarrollo económico y de soporte de la religión natural¹¹. Un segundo período de la ciencia pública Victoriana, se sitúa entre mediados de la década de 1840 a finales de 1870. Es el período de los

⁶ Barton, Ruth. (1998a). “Just before Nature: The Purposes of Science and the Purposes of Popularization in some English Popular Science Journals of the 1860s” *Annals of Science*. 55(1): 1-33.

⁷ Babbage, Charles (1830). *Reflections on the Decline of Science in England*. London: B. Fellowes.

⁸ Foote, George A. (1951). “The Place of Science in the British Reform Movement 1830-50”. *Isis* 42(3):192-208.

⁹ Bowler, P. J. et al. (2007), p. 420.

¹⁰ Barton, Ruth. (1998b). “Huxley, Lubbock and Half a Dozen Others”. *Isis*. 89 (3): 410-444.

¹¹ Turner, Frank M. (1980). “Public Science in Britain, 1880-1919”. *Isis*. 71(4): 589-608.

grandes polemistas y divulgadores científicos. Emplearán las teorías de la evolución, el atomismo y la conservación de la energía como instrumento teórico para desafiar la hegemonía cultural religiosa, al confrontar religión y metafísica a la luz del pensamiento científico y forjar una conciencia profesional en la comunidad científica de acuerdo a las premisas del naturalismo científico¹². Establecían la igualdad del binomio progreso de la ciencia y progreso de la civilización. La ciencia conllevaba, a su entender, mejoras en el bienestar físico y material, libertad intelectual frente a la religión y cuando era incorporada al sistema educativo, la promoción social¹³.

Desde la década de 1860, una élite intelectual representada en Francia por Paul Bert, Marcelin Berthelot, y Paul Painlevé; en Inglaterra por John Tyndall, Herbert Spencer, W.K. Clifford y T.H. Huxley; en Alemania por Rudolf Virchow y Ernst Haeckel, se habían constituido en vanguardia del movimiento científico, descartando “el naturalismo romántico” de los años treinta por una nueva ideología agnóstica el “naturalismo científico” que si bien no era incompatible con la religión, aceptaba en principio, la premisa de reducir el mundo físico a causas materiales¹⁴. El nuevo credo científico confiaba en alcanzar mediante la observación ordenada de los fenómenos su verificación universal. Proclama unidad y continuidad frente a discontinuidad y aleatoriedad. Sustituirá la visión estática del universo por una cosmovisión dinámica: los cambios eran consustanciales con la naturaleza. Además el conocimiento natural dependía de una suerte dual de Cartesianismo, una separación del pensamiento y una extensión de mente y materia, de sujeto y objeto, una separación de hechos verificables e interpretables y de valores. Por último, los hechos naturales y sus regularidades podían describirse en clave de una relación causal Newtoniana que se manifiesta por medio de la observación directa, instrumental o experimental y generalmente descrita en términos matemáticos. La retórica de este “credo” fue evolucionando hacia concepciones de un universo finalmente material, mecánico y uniforme. Las dos grandes síntesis simbólicas, la evolución de las especies y la conservación de la energía, debían interpretarse a través de un credo secular de unificación, simplificación y universalidad¹⁵.

¹² Turner, Frank M.(1980) , p.591.

¹³ Turner, Frank M.(1980) , p.591-

¹⁴ Macleod, Roy M. (1982). “The Bankruptcy of Science Debate: The Creed of Science and its Critics, 1885-1900” *Science, Technology, & Human Values*. 7 (41): 2-15.

¹⁵ Macleod, Roy M. (1982) , p. 4.

Los primeros años de la década de 1870 fueron de expectativa en una comunidad científica que había comenzado a transformarse en un grupo independiente, autodefinido profesionalmente y reconocido como tal por otros grupos de intelectuales y profesionales; a su vez, el estado había comenzado a contar con el asesoramiento de expertos científicos o incluso a incorporar a algunos en la administración civil. La Reforma del sistema educativo en esta época hacía presagiar mayor influencia y empleo para la ciencia. Sin embargo las expectativas, se vieron frustradas. El estado rechazó el patronazgo científico de forma estable, la industria los ignoró y sólo fueron incorporados de forma marginal al sistema educativo. Esto provocó a partir de 1875, una transformación en la ciencia pública que comenzó a retratarse como un medio para crear mejores ciudadanos al servicio del estado, y a garantizar seguridad militar y eficiencia económica a la nación¹⁶.

La pretensión de este trabajo ha sido rastrear en la bibliografía de Tyndall, elementos que permitan justificar su papel de científico público desde la perspectiva intelectual del naturalismo científico y descubrir el modo en que sus principios teóricos, conforman los pilares de su personal cosmovisión. Hemos centrado nuestra atención en la obra editada en dos volúmenes, *Fragments of Science: A Series of Detached Essays, Adresses and Reweys* (1892), ya que la primera edición de *Fragments* (1871) no incluía “The Belfast Adress”, que junto a otros quince nuevos ensayos, aparece veinte años después, en la sexta edición de la obra. El primer volumen, nos aclara el prefacio, trata casi exclusivamente con las leyes y fenómenos de la materia, en tanto el segundo volumen, se ocupa de “...questions in which the phenomena of matter interlace more or less with those of mind”.

En particular hemos analizado, “On the Study of Physics”, lectura de 1854, disertada en la Royal Institution. El ensayo nos ofrece su visión de la enseñanza científica, y nos permite valorar el papel divulgativo de Tyndall en la Institución de Albemarle Street. “On Force”, nos permitirá conocer el alcance que su autor concede al principio de conservación de la energía, así como las implicaciones de la controversia pública entre Tyndall, único físico del naturalismo científico metropolitano y sus oponentes del “North British”. Finalmente, hemos centrado nuestra atención el segundo volumen de *Fragments*: “The Belfast Address”. El ensayo publicado inmediatamente después de la

¹⁶ Turner, Frank M.(1980) , p. 592.

celebración del meeting de 1874 en Belfast, resulta capital para valorar su doctrina científica y nos sitúa en el candente debate decimonónico entre ciencia y religión.

En cuanto al tratamiento del tema por otros autores, Frank M. Turner (Turner, 1980) ha establecido el concepto de ciencia pública en la época Victoriana, subdividiéndola en tres períodos diferenciados; Roy Macleod (Macleod, 1982) analiza las características del naturalismo científico y su evolución en el último tercio del siglo XIX. George A. Foote (Foote, 1951) ha estudiado el papel de la ciencia británica en el contexto del movimiento reformista de la ciencia inglesa; Carlos Solís y Manuel Sellés (Solís, 2005) así como Bowler (Bowler, 2007), analizan el panorama general de la ciencia europea en el siglo XIX; Jill Howard,(Howard, 2004) ha estudiado la interacción de Tyndall y sus audiencias en relación a la dicotomía instrucción versus entretenimiento, y a los usos del espacio, público/privado de la ciencia; Complementariamente Frank A.J.L. James y Anthony Peers, (James & Peers, 2007) estudian el papel de las infraestructuras en el diseño del trabajo científico Frank A. J. L. James (James, 2004), estudia el papel de las Lectures en el ámbito la RI, y su repercusión mediática. Ruth Barton, (Barton, 1998a) ha estudiado la contribución de la prensa a la popularización científica. El papel de los círculos informales, en la consecución de un estatus profesional científico, en particular el X Club, es objeto de estudio por parte de (Barton, 1998b) y de Roy Macleod (Macleod.,1970a). El propio Macleod (Macleod, 1970b) así como William T. James (James, 1887) realizan sendas aportaciones biográficas, que en el caso de D. Thomson (Thomson, 1947) se centra en su vertiente educativa, complementa por el estudio de la introducción de la ciencia en la enseñanza, que detalla Sir Brian Pippard, (Pippard, 2002); Gieryn, Thomas F. (Gieryn,1999) incorpora el concepto de Boundary-work para explicar la tarea de demarcación ciencia/religión y ciencia/tecnología que realiza Tyndall; J.T. Lloyd (Lloyd, 1970) estudia la controversia Joule-Mayer, de la que también se ocupa Crosbie Smith (Smith, 1998) en el contexto del enfrentamiento North British versus Metrópolis. T.H. Kuhn analiza en perspectiva histórica el descubrimiento del principio de conservación de la energía (Kuhn, 1977). Alvar Ellegard, (Ellegard, 1957) analiza filosóficamente la teoría Darwinista y su repercusión en la prensa periódica. Lightman analiza el modelo de relación armónico/conflictivo en el diálogo ciencia/religión (Lightman, 2001), así como las repercusiones del Belfast Address en los medios periodísticos (Lightman, 2004); Turner estudia la polémica de Tyndall sobre la eficacia del rezo en 1872, (Turner, 1974) y sobre el trasfondo profesional del conflicto

ciencia y religión (Turner, 1978); Barton hace una relectura panteísta de la filosofía vital de Tyndall, a partir del Belfast Address, (Barton, 1987)

2. RESUMEN DE LOS TEXTOS COMENTADOS

2.1. ON THE STUDY OF PHYSICS

Se trata de una lectura impartida por Tyndall en la Royal Institution, en 1854. Su intención es subrayar el papel de la Física, a la hora de ensanchar las capacidades intelectivas del ser humano. Apela al reconocimiento de esta disciplina no sólo como medio para aumentar nuestro conocimiento de las leyes de la Naturaleza, o por sus contribuciones de índole práctico al bienestar social, sino también como un eficaz agente en la tarea de elevar las capacidades culturales y morales de todos aquellos que intervienen en el proceso de adquisición del conocimiento científico o en la labor investigadora. Valiéndose de la una analogía con las canciones, sugiere que al igual que éstas constituyen un instrumento para educar la voz, también el estudio de la Física, debe considerarse un medio de potenciar las capacidades intelectuales. Presenta las primeras experiencias de nuestra infancia como un proceso de experimentación física, por lo que el estudio de la Física, responde a un impulso consustancial a la condición humana. Crítica al sistema educativo británico por primar el estudio de la cultura e idiomas clásicos, que no desdeña, frente a la ausencia de enseñanzas de carácter científico, lo que ocasiona por ejemplo, que las élites políticas deban legislar sobre realidades que ignoran.

De su experiencia como docente en una escuela agrícola de Hampshire, nos recuerda su método pedagógico. Partiendo del estudio teórico de la geometría, pasa a resolver problemas físicos que toma del entorno inmediato, eliminando la rutina del libro de texto y propiciando la construcción de aprendizajes de forma paulatina y autónoma de los alumnos (desde contar el número de veces que aletea una abeja por segundo a partir de su zumbido hasta investigar por medio del péndulo las dimensiones de la Tierra). Sitúa al profesor como guía del proceso de construcción del conocimiento y se entusiasma al comprobar la autoestima que supone en el alumnado alcanzar metas de autorrealización, por ello enfatiza la importancia del papel social del profesor y de la instrucción educativa.

Pasa luego a explicarnos los métodos inductivo y deductivo como complementarios en el estudio de la Física, constituyendo un medio de cultura intelectual, pues, ejercita y moldea la observación, pone en juego la lógica más exhaustiva: compara, abstrae, generaliza y proporciona un escenario mental apropiado a estos procesos. Termina retomando su clamor inicial en favor de la Ciencia.

2.2. ON FORCE

El objetivo del artículo es presentar los distintos procesos de transformación energética que existen en la naturaleza y postular el principio de conservación de la energía, al dictado de la pionera formulación de Mayer, como la explicación teórica más general y satisfactoria de dichos procesos.

Estudia los efectos mecánicos que surgen al someter una masa de dimensiones apreciables a la acción gravitatoria. Seguidamente, estudia el movimiento atómico asociándolo al concepto de afinidad química e indaga sobre las equivalencias mecánicas de calor y trabajo, así como sobre el calor disipado. Partiendo de la hipótesis meteórica de Waterston en la formación del Sol, establece la consistencia de la misma en cuanto se refiere a la formación y mantenimiento del astro, con los principios termodinámicos. Pasa después a ilustrarnos sobre el origen solar de las diferentes formas de energía: eólica, hidráulica y la asociada a los procesos metabólicos de los seres vivos, la de origen químico. Finalmente, reivindica la figura injustamente postergada de Mayer, en su papel de primer formulador teórico del principio de conservación de la energía. Nos recuerda que cuando Mr. Joule publica en 1843 su primer trabajo *Mecanichal Value of Heat*, un año antes el doctor Mayer, ya había calculado el equivalente mecánico del calor a partir de datos que sólo una mente privilegiada puede advertir. Menciona también el trabajo *Organic Motion* de 1845, donde Mayer aplica la teoría mecánica del calor de forma precisa a los procesos vitales y alude a como la aguda observación de que el brillo de la sangre en los trópicos era mayor que en latitudes más frías, le llevó a sus ingeniosas conclusiones. Al revisar para su publicación la Lecture, Tyndall recaba información a Clausius y Helmholtz. El primero, que reconoce no saber de sus trabajos quedó maravillado, en cuanto al último, recuerda las innumerables veces que es mencionado en sus obras, algo que sabe de primera mano por ser traductor de Helmholtz. Rebate de forma documentada y elegante

las duras y extemporáneas acusaciones de Tait en demérito de Mayer. En una nota in memoriam, tras su deceso en 1878, recuerda como finalmente se hizo justicia, con la elección de Mayer por aclamación, como miembro de la Academia Francesa de las Ciencias, siendo además distinguido con la “Copley Medal” de la Royal Society.

2.3. THE BELFAST ADDRESS

El tema central del discurso es una discusión sobre la validez del materialismo como filosofía científica. Para ello realiza una excursión teórica, de carácter histórico, en el que son revisadas las complejas relaciones entre ciencia y filosofía. Para Tyndall, naturaleza y seres vivos forman parte de un entramado cuyas causas y efectos son gobernados por leyes mecánicas, como la ley de conservación de la energía y cuya biodiversidad se explica en el concepto darwiniano de la selección natural. Señala las limitaciones del materialismo como explicación ontológica, más allá del campo estrictamente científico, por su incapacidad para satisfacer la dimensión espiritual y emocional humana, en plano de igualdad e indisociable, de la esfera intelectual del ser.

El Address se estructura en nueve secciones, siendo las siete primeras un argumento discursivo sobre el que asienta la síntesis final sobre el materialismo científico, que presenta en la sección octava. En la novena y última sección, discute la validez globalizadora del materialismo como filosofía vital. Tres son los temas que subyacen en el Address: un análisis de la estructura de la materia, una reivindicación del derecho a la libertad del científico en su pensamiento y acción, y una admisión de las limitaciones de la ciencia para explicar los misterios que trascienden sus fronteras.

Comienza analizando los orígenes de la ciencia en la antigua Grecia, a partir de los escritos de Demócrito, Epicuro y Lucrecio. Desde su óptica personal, desempeñaron un papel valiente y racional, al expurgar del análisis, con sus postulados atomistas y su ejercicio de libre pensamiento, cuantos ídolos, dioses o diablos, inhibían el avance del conocimiento científico. En el siguiente apartado retrata la Edad Media como un período nefasto para el avance científico, debido a la negativa influencia del pensamiento aristotélico, y su incapacidad para crear imágenes coherentes de los conceptos científicos. A continuación señala al dogma cristiano como retardatario del progreso científico en el período denominado estacionario. Se servirá para ello de tres figuras que revolucionaron el ámbito científico, Copérnico, Bruno y Galileo. De

seguido, destaca las contribuciones a la teoría atómica de Descartes, Pierre Gassensi y Bacon. Sirviéndose de una figura retórica nos sitúa en un debate imaginario entre el obispo Butler, quien subraya la incapacidad del materialismo como filosofía vital y un discípulo de Lucrecio, quien desafía al obispo a que fundamente racionalmente el mundo material. Ambos representan, de alguna forma, el alter ego de Tyndall. En la sección sexta celebra los logros de la teoría evolucionista de Darwin, quien consigue explicar racionalmente la variedad y adaptación al de las especies, mediante causas naturales, sin necesidad de recurrir al artificio de un diseño creacionista sobrenatural. En la sección séptima alude a la doctrina de Conservación de la Energía como principio generalizador de la ciencia moderna, que sustituye la teoría del vitalismo por un nuevo marco conceptual más simple que ensambla los fenómenos físicos con los de carácter orgánico. En las dos últimas secciones expone las implicaciones filosóficas de la ciencia moderna, en particular los corolarios materialistas que se derivan de la teoría atómica. Para Tyndall, el materialismo como filosofía científica ha demostrado ser insustituible y exitosa circunscrita al campo de la investigación científica, pero resulta incompleta concebida como filosofía de vida. Rechaza la perspectiva simplista de Demócrito quien al reducir el todo a lo material, ignora la existencia de una conciencia humana y excede los límites de nuestro conocimiento. Añade que la naturaleza de la materia, la evolución de la vida y las especies, y la mente forman parte de un misterio inescrutable. Ello, sin embargo, no le impide ver en la materia la promesa y potencialidad de toda la vida terrestre. El último apartado, lo dedica a demarcar los campos de ciencia y religión. A ésta última reserva los valores que confieren dignidad a la condición humana, residenciándolos en la región de las emociones, el espíritu y la poesía, pero esa misma religión se vuelve dañina cuando invade la región del conocimiento objetivo. Sobre el dominio de la ciencia sólo los científicos deben ejercer su control, por ello deben arrebatar a la teología el entero dominio de la teoría cosmológica.

De forma conciliatoria, Tyndall concluye augurando el beneficioso papel que la religión, una vez asumido su verdadero contexto, podrá seguir desempeñando en la función de orientar a la humanidad en la búsqueda del “Misterio” que envuelve la propia existencia.

3. EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN: “ON THE STUDY OF PHYSICS”

3.1. TYNDALL EN LA ROYAL INSTITUTION: THE LECTURE COURSES

La idea actual de la ciencia como algo desvinculado de la cultura popular, carece de fundamento desde una perspectiva histórica. En el siglo XIX, se consideraba sinónimo de estatus cultural, demostrar conocimiento de las novedades científicas y una cierta complicidad en ellas. En la actualidad los historiadores de la ciencia han comenzado a substituir la interpretación más habitual de la ciencia popular, denominada difusiva o “top-down”¹⁷ por otra visión interactiva, en la que el público interpreta y redefine el conocimiento que recibe. Surge así, la necesidad de atender no sólo a sus contenidos sino también al proceso de elaboración, es decir, se deben estudiar los lugares donde la ciencia se hace en público, los medios por los que se difunde y el modo en que las distintas audiencias lo reciben¹⁸.

A partir de la revolución científica de los siglos XVI y XVII, la filosofía natural se extendió de las universidades a un contexto más cívico. Con ese espíritu surgen en Europa nuevas sociedades científicas como la francesa Académie de Sciences, la italiana Academia dei Lincei, o la inglesa Royal Society. Los filósofos naturales extienden sus conferencias, a principios del siglo XVIII, a los variopintos y concurridos cafés. A comienzos del próximo siglo, en ciudades como Londres, existía un circuito estable que ofrecía conferencias populares al público mediante pago¹⁹. En Londres, la Royal Institution, fundada en 1799, de la mano de Davy, Faraday y Tyndall, se convertirá, en sede de importantes descubrimientos y foco difusor de educación y popularización científica.

En Febrero del año 1853, Tyndall es invitado a pronunciar un Friday Discourse en la Royal Institution, su extraordinaria calidad expositiva es reconocida por el propio Michael Faraday, a consecuencia de lo cual, le será ofrecido el puesto de Professor of Natural Philosophy²⁰. A lo largo de los 33 años que estuvo vinculado a la Institución, ésta fue testigo de una fructífera carrera como investigador, educador, popularizador, y figura pública. A lo largo de la misma, desenvolverá más de 50 Friday Discourses, 300 Afternoon Lectures, y 12 Christmas Courses para un auditorio juvenil. Además

¹⁷ Howard, Jill (2004). “Physics and fashion: John Tyndall and his audiences in mid-Victorian Britain”. *Studies in History and Philosophy of Science*. 35 (1): 729-758.

¹⁸ Brower, Peter J. et al. (2007) , p. 464.

¹⁹ Brower, Peter J. et al. (2007) , p. 466.

²⁰ Thomson, D. (1957) , p .46.

simultaneará facetas de examinador en el Royal Millitary College (1855-57), docente el Royal School of Mines (1859-1868) y conferenciante en Eaton (1856) y en la London Institution (1856-59). Se convertirá en una respetada figura de la Royal Society y de la British Association for the Advancement of Sience, de la que en 1874 se convierte en presidente²¹.

A mediados de la centuria muchos cambios favorecieron el desarrollo de la ciencia popular. Primero, aumentó la variedad de lugares para ejercer actividades científicas populares. En 1832 se había inaugurado en la londinense Adelaide Street, la Galería Nacional de Ciencia Práctica que exponía muestras históricas naturales, artilugios mecánicos y otras curiosidades, secundada enseguida por la Polytechnic Institution. La moda de acudir masivamente a los museos científicos se consolidó y propagó, a raíz del éxito de la Exposición Universal de 1851²². Segundo, la proliferación de libros y revistas que llevaban la filosofía natural a un público más amplio, así como la expansión de la prensa periódica, debido entre otros factores a las mejoras técnicas en los procesos de impresión²³. En tercer lugar, se produjeron algunos cambios en la estructura educativa, a partir de la Education Act de 1870 se produce un desplazamiento del fenómeno religioso hacia una élite cultural científica de carácter secular²⁴. La educación científica ampliaría su base social propiciando la extensión de un mercado proclive a las lecciones populares.

Desde su fundación, la RI había sobrevivido gracias a los ingresos que le proporcionaban las lectures, convertidas en una concurrida actividad social²⁵. Las lectures de Tyndall en la RI, fueron un ejemplo de actividades de popularización científica que competían por las audiencias y tanto en la RI como en otras instituciones, fueron generalmente bien acogidas por el público. Sus contenidos se centraron básicamente en aspectos relativos al calor, sonido, luz y electricidad, que serían posteriormente recogidas en manuales, rápidamente traducidos a otros idiomas. Los diarios de Tyndall evidencian su interés por hacer un seguimiento de la afluencia pública de sus lectures²⁶. Debido al horario en que se impartían, escaseaba la clase trabajadora, y abundaba el público femenino. Sus audiencias aumentaron a partir de

²¹ MacLeod, Roy M. (1970b) , p.522.

²² Brower, Peter J. et al. (2007) , p. 475.

²³ Barton, Ruth. (1998a) , p.1, p. 3.

²⁴ Lightman, Bernard. (2004) , p. 202.

²⁵ James, Frank A. J. L. (2004), Howard,J. (2004): p738p67.

²⁶ Howard, J. (2004) , p.741.

1860, excediendo habitualmente la cifra de 300. Las Christmas lectures, para audiencia juvenil, rondaban las 800 personas, siendo los Discursos los más concurridos, con más de 1000 personas entrado el año 1871.

3.1.1. ENTRETENIMIENTO VERSUS INSTRUCCIÓN

Para las audiencias de Tyndall, la ciencia popular podría tener un significado variable, desde un entretenimiento vespertino, fuente de conocimiento o primer incentivo de un interés científico más prolongado²⁷. Para atraer las audiencias, era muy importante el tipo de interrelación que mantienen con el disertador, por lo que Tyndall cuidará su imagen pública, mediante un minucioso trabajo de escenificación en el lecture theatre²⁸. Clase, género y nacionalidad contribuirán a dotar dicha imagen de un halo de autoridad²⁹. Howard destaca el efecto autoexigente que la propia audiencia provocaba en Tyndall, que llegó a tomar clases para mejorar su dicción³⁰. La cuidada puesta en escena acompañada de espectaculares efectos visuales en sus demostraciones experimentales fue una de las claves del éxito. Cabe destacar el difícil equilibrio que Tyndall consiguió entre los aspectos educativos y de entretenimiento, en aras de atrapar a la audiencia y mantener su credibilidad científica. Empleaba ejemplos cotidianos y familiares para subrayar los principios físicos e incentivar en la audiencia una participación más activa. Fue uno de los primeros conferenciantes en producir y distribuir notas impresas para sus lectures³¹. Dedicaba una gran cantidad de tiempo a experimentar previamente con sus aparatos con la finalidad de hacer demostraciones lo más claras y vistosas. Pero no se limitaba a realizar sus propios experimentos, sino que los cronometraba e insertaba en el texto de sus lectures, al modo de un guión teatral³². Al trasladar los experimentos del laboratorio al teatro, se está transplantando la esfera privada al dominio público³³ y esa peculiar relación con sus audiencias, permite atisbar “*las movedizas líneas fronterizas entre lo público y lo privado, el laboratorio y el teatro, la física y la moda.*”³⁴

²⁷ Howard, J. (2004) , p.755.

²⁸ Howard, J .(2004) , p.734.

²⁹ Lightman, B. (2004) , p. 221.

³⁰ Howard, J.(2004) , p. 741.

³¹ Howard, J. (2004) , p.738.

³² Howard, J.(2004) , p. 735-736.

³³ Howard, J. (2004) , p.736.

³⁴ Howard, J. (2004) , p. 56.

La respuesta de la comunidad científica fue dispar. Tyndall recibió ácidas críticas por parte del grupo del North British, de Maxwell, Thomson y de forma más iracunda de Tait, por relegar la faceta instructiva a un segundo plano, en favor de la teatralidad de sus demostraciones experimentales, aún cuando en su caso, ambas caras no fuesen excluyentes³⁵. Von Helmholtz defiende la labor de Tyndall “*un hombre de ciencia dotado de la elocuencia y el talento de una lúcida exposición*”³⁶. En el trasfondo gravita sin embargo, el desafío que los hombres del X Club y su naturalismo científico, representaban para el North British³⁷.

La expansión de la prensa escrita mediada la centuria, facilitó la cobertura de las actividades de la RI y otras sociedades científicas, lo que fue mutuamente beneficioso, y una demostración de su importancia como parte de la cultura general³⁸. Algunos reportajes de las lectures, llegaron a ser muy minuciosos, como los del Chemical News³⁹, lo que evidencia un creciente papel educativo en la prensa dedicada a la ciencia popular.

Al sustituir a Faraday, como superintendente de la RI, Tyndall disminuyó el número de lectures e intensificó la investigación, por lo que se implicó en los cambios estructurales que acompañaron la nueva orientación de la Institución del campo educativo al investigador. El laboratorio de la RI era uno de los mejores equipados de Gran Bretaña, pero nuevas instalaciones comenzaron a rivalizar a partir de los años 1860 y 1870, también en el continente, por lo que se acometieron importantes mejoras y ampliaciones en los laboratorios⁴⁰. Los espacios públicos de la Institución habían sido testigos mudos del enorme talento de Tyndall para moverse con éxito del electromagnetismo a la termodinámica y de ésta a la bacteriología en su fructífero afán investigador⁴¹. Su labor educativa y divulgadora de la ciencia va más allá de su trabajo en la RI. Como destacado miembro del X Club promovió hábitos de pensamiento científico y sus conferencias se extendieron a Estados Unidos durante los años (1872-1873)⁴².

³⁵ Howard, J. (2004) , p.750.

³⁶ Howard, J. (2004) , p.748.

³⁷ Lightman, B. (2004) , p.202.

³⁸ James, Frank A. J.L. (2004) , p. 76.

³⁹ Howard, J. (2004) , p. 738.

⁴⁰ James & Peers (2007) , p. 162-163.

⁴¹ Macleod,R. (1970b) , p. 522.

⁴² MacLeod, Roy M. (1970b) , p. 522.

3.2. THE LECTURE: “ON THE STUDY OF PHYSICS AS A BRANCH OF EDUCATION FOR ALL CLASSES”

En la primavera de 1854, se celebraron en los salones de la Royal Institution, una serie de siete lecciones públicas, impartidas por destacadas personalidades que versaban sobre la enseñanza de las ciencias. La disertación de Tyndall, se publicará en *Fragments of Science*. Con gran modestia, Tyndall desvela a su público los recelos que inicialmente le asaltaron, sobre la idoneidad de su persona para impartir la lección magistral, considerando lo limitado de su experiencia (p298):

“I had many misgivings as to the propriety of my taking a part in them, thinking that my place might be better filled by an older and more experienced man”.

Tyndall se había incorporado como profesor a la RI tan sólo un año antes, después de vencer muchas dificultades para encontrar un trabajo remunerado como científico. Nacido en Irlanda en 1820 y de origen humilde, trabajó inicialmente como topógrafo, en una de las compañías encargadas de los frenéticos trabajos de construcción del ferrocarril en los años 1844-45. Después ejerció la docencia en el Queenwood College de Hampshire, explicando dibujo y matemáticas. En compañía de su colega, el químico Edward Frankland, a los que se uniría más tarde el matemático Archer Hirst, se traslada a expensas de sus ahorros, a Alemania, con la intención de ampliar estudios en la Universidad de Marburg. Doctorado en matemáticas de la mano de Friederich Stegmann, se incorpora al laboratorio de Knoblauch, que se ocupaba por entonces de ampliar los trabajos de Plücker y Faraday sobre diamagnetismo. En junio de 1950 regresa a Inglaterra y en octubre de ese mismo año retorna brevemente a Alemania, para trabajar en el laboratorio del profesor Magnus en Berlín, profundizando sus estudios de diamagnetismo y cristalográfica. A su vuelta le aguardaban dos años de desempleo tras ver rechazadas sus peticiones en Irlanda y en las Universidades de Sidney y Toronto. Dos décadas antes, Charles Babbage, ya había denunciado la situación:

“The pursuit of science does not, in England, constitute a distinct profession and it is therefore on that ground alone deprived of many of the advantages which attach to professions.”⁴³

⁴³ Babbage, Charles (1830). *Reflections on the Decline of Science in England*. London: B. Fellowes.

3.2.1. “BOUNDARY-WORK”: CIENCIA VERSUS RELIGIÓN

El discurso retórico de Tyndall responde a un patrón dual: remover los impedimentos a la hora de mejorar las condiciones de trabajo de los científicos y extender el campo de acción de la ciencia, lo que exigía un doble trabajo de demarcación o “boundary-work”. Se debía luchar contra la supremacía de la autoridad religiosa y al tiempo encarar los fabulosos éxitos cosechados por el sistema industrial británico. Ambos elementos estarán presentes en la valoración semántica de la ciencia que Tyndall efectúa públicamente ante sus auditórios⁴⁴.

En su afán de delimitar ciencia y religión, el discurso se articula en torno a tres características definitorias: utilidad práctica, empirismo y escepticismo. Tyndall, emplea en nuestra lectura una de sus eficaces analogías, para indicarnos los beneficios sociales de la ciencia, a la que compara plásticamente con los rayos solares (p294):

“The sunbeams excite our interest and invite our investigation; but they also extend their beneficial influences to our fruits and corn, and thus accomplish, not only intellectual ends, but minister, at the same time, to our material necessities. And so it is with scientific research”

Dibuja así, una demarcación funcional entre ciencia y religión. La primera se sitúa, con su utilidad práctica, como fuente indispensable del progreso material y en la segunda, hayan cumplida satisfacción los problemas emocionales del ser humano. El empirismo, forma un nuevo contorno límite. Cuando critica el método científico de los pensadores clásicos, por haberse abonado a la conjectura en lugar de su sometimiento a la verdad empírica, está también descartando interpretaciones fenomenológicas basadas en la especulación religiosa. La última frontera la sitúa Tyndall en el campo del escepticismo. Mientras la ciencia atiende a hechos observables, la religión se manifiesta dogmática radicando su autoridad en ideas externas preconcebidas. La ciencia es escéptica frente a sus propias verdades, mientras la religión se asienta sobre la infalibilidad de las creencias. Se puede atisbar en esta imagen dinámica de la ciencia, un cierto guiño de Tyndall, hacia el proceso de transformación iniciado en el seno de un sector social y cultural Victoriano. La falta de apoyo público a la ciencia en Gran Bretaña, no impidió la existencia de científicos de primera fila como Lyell, Maxwell, Faraday, Thomson, Wallace, Darwin, Spencer..., pero si influyó negativamente en la ausencia de científicos

⁴⁴ Gieryn, Thomas F. (1999).). “John’s Tyndall Double Boundary Work”. *Cultural Boundaries of Science. London:* The University of Chicago Press, p. 37-64.

de segunda o tercera categoría, los que practicarían una ciencia menos novedosa⁴⁵. Tal vez pretenda atraer hacia sus propósitos a esa masa social, cuando proclama (p298):

“Who can say what intellectual Samsons are at the present moment toiling with closed eyes in the mills and forges of Manchester and Birmingham?“.

3.2.2. “BOUNDARY-WORK”: CIENCIA VERSUS TECNOLOGÍA

El otro “boundary-work”, se sitúa en el campo del utilitarismo inherente a la técnica. Existía la percepción social de la ciencia como elemento especulativo, disociado por completo de los logros técnicos de la Revolución Industrial, las palabras de Samuel Smiles, son elocuentes:

“One of the most remarkable things about engineering in England is that its principle achievements, have been accomplished, not by natural philosopher nor by mathematician, but by men of humble station, for the most part selfeducated...”⁴⁶

Tyndall necesita extender los límites de la ciencia demostrando la relación de dependencia que de ella tiene la tecnología, y a la vez explicitar su utilidad cultural al margen de las ventajas de orden práctico. El nuevo contexto interpretativo que sugiere, conduce a ciertas inconsistencias en el discurso interno, si se compara con las cinco características que atribuía a la ciencia: fuente de tecnología, experimental, teórica, desinteresada y vehículo cultural.

Al establecer la ciencia como fuente de tecnología pretende justificarla como conocimiento básico indispensable en el desarrollo de los nuevos avances tecnológicos (p296):

“At this point the steam-engine appears. These are still new things; it is not long since we struck into the scientific methods which have produced these results...”.

Alerta sin embargo, de los peligros de un utilitarismo pragmático (p295):

“The scientific man must approach Nature in his own way; for if you invade his freedom by your so-called practical considerations, it may be at the expense of those considerations on which his success as a discoverer depends.”.

⁴⁵ Solís, Carlos et al. (2005).

⁴⁶ Citado en Gieryn (1999).

Frente al método de la prueba/error propios de la ingeniería antepone la observación sistemática del método científico. Pero además de experimental, la ciencia es teórica. Con esta aparente contradicción trata de distinguir el pensamiento científico, aquel que infiere de lo observado las causas finales, del mecánico que no trasciende de lo observado. La inconsistencia es evidente con el anteriormente proclamado carácter empírico de la ciencia frente al metafísico de la religión. La razón de ello se encuentra en la disputa simultánea que Tyndall protagoniza por ensanchar los bordes de las fronteras ciencia/tecnología y ciencia/ religión. Otro argumento, lo centra en el carácter altruista de la ciencia frente al propósito crematístico de la técnica. La ciencia y su enseñanza, se configuran como un excelsa medio de cultura frente a la finalidad prosaica de la técnica y con ello se justifica la necesidad de su soporte público. Extender los propósitos de la ciencia al territorio de la educación y la cultura, se ha visto como una forma de urgir la introducción de la ciencia en los planes académicos universitarios, ausentes en Oxford y Cambridge, hasta avanzada la década de 1850. En Oxford el Clanderon Laboratory data del año 1864, y en Cambridge, el Cavendish Laboratory, no iniciará su construcción hasta 1872⁴⁷. A este respecto, añade Tyndall (p303):

“.. if the tendency should be to lower the estimate of science... let it be the high mission of our universities to furnish the proper counterpoise by pointing out its nobler uses...”.

El papel del profesor y de la enseñanza es de capital importancia para el progreso social, así Tyndall, señala (p301):

“If there be one profession in England of paramount importance, I believe it to be that of the schoolmaster.”

Nos refiere el método pedagógico empírico que empleaba en Queenwood, una de las primeras escuelas en disponer de un laboratorio para la enseñanza de las ciencias⁴⁸. Huyendo de la rutina de los libros de texto, analiza los problemas físicos del entorno cotidiano, propiciando aprendizajes autónomos y significativos, reservándose un papel de orientador en el proceso de construcción del conocimiento. Su propuesta resulta sorprendentemente moderna y próxima a los presupuestos didácticos del

⁴⁷ Solís, Carlos et al. (2005) , p.792.

⁴⁸ Macleod, R. (1970b) , p. 521.

constructivismo. En palabras de quien conocía bien sus métodos de enseñanza, su amigo Herbert Spencer⁴⁹:

“He (Tyndall) did not, like most teachers, make his pupils mere passive recipients, but made them active explorers”.

4. EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA: “ON FORCE”

El 6 de junio de 1862, en los elegantes salones de la Royal Institution se dicta ese día una lección magistral, titulada “On Force”. El conferenciente confiesa a su auditorio que la lección preparada tiempo atrás, ha incorporado, recientemente, algunos cambios. Tras una pléyade de ejemplos ilustrativos del principio de transformación y conservación de la energía, sentencia: *“Todo cuanto he expuesto ante ustedes procede de los trabajos de un médico alemán, llamado Mayer...”* En una escueta y única referencia a los trabajos de James Prescott Joule añade (p380):

“Mr. Joule published in 1843 his first paper on the ‘Mechanical Value of Heat’; but in 1842 Mayer had actually calculated the mechanical equivalent of heat from data which only a man of the rarest penetration could turn to account.”

Prosigue su discurso, y una vez más se refiere elogiosamente a Mayer como (p381):

“a man of genius arriving at the most important results some time in advance of those whose lives were entirely devoted to Natural Philosophy”.

El disertador sólo podía ser, naturalmente, el profesor John Tyndall y sus palabras suscitaron de inmediato, durante largo tiempo, una estremosa polémica⁵⁰. Aunque anglo-irlandés de procedencia, la formación intelectual y científica de Tyndall es ciertamente y de forma singular, de filiación continental y germánica. Tras sus primeras investigaciones experimentales en magnetismo de la mano del profesor Knoblauch, ya doctorado en la universidad de Marburg, se traslada a comienzos de 1851 a Berlín para trabajar un tiempo en el laboratorio del profesor Magnus, entrando en contacto con lo más selecto de la ciencia alemana: Poggendorff, Du Bois-Reymond, Clausius... De manos de Du Bois-Reymond recibe una copia del *Erhaltung der Kraft*, de Helmholtz, que poco después traduce al inglés como “On the Conservation of Force” (título que

⁴⁹Thomson, D. (1957). , p. 43.

⁵⁰Lloyd, J. T. (1970): “Background to the Joule-Mayer Controversy”. *Notes & Records of The Royal Society*. 25 (1): 211-225.

Tyndall parafrasea en la lecture) y publica en 1853 en *Scientific Memoirs*⁵¹. De la impresión causada por Tyndall, tenemos el testimonio que nos ofrece el biógrafo del científico alemán⁵²:

"At a dinner given by Magnus,..., he met Tyndall, the English translator of his works :' he is a very talented young man, and interested me more than any of the other strangers; unfortunately he will not be in England when I am there.'

Las memoirs incluyen traducciones de otros autores alemanes, como la teoría mecánica del calor de Clausius⁵³. Con el tiempo von Helmholtz también se convertirá en traductor alemán de las obras de Tyndall, *Sound* y *Fragments of Science*.

El primero en formular el principio de conservación de la energía y publicar un cálculo correcto que determinaba el equivalente mecánico del calor, había sido en efecto, el médico alemán Julius Robert von Mayer. En 1840 en un viaje en barco a las indias orientales, había observado que el calor del trópico, influía en el color, y por lo tanto en la oxigenación de la sangre humana; ello le llevó a concluir que calor y trabajo son diferentes manifestaciones de la misma fuerza y han de ser capaces de transformarse el uno en el otro. En 1842 publicó sus aportaciones científicas en la obra *Remarks on the Forces of Inanimate Nature*, pero su trabajo fue infravalorado en el momento. Ahora Tyndall, excelente conocedor de la ciencia alemana, en su afán divulgador, rescataba del olvido la memoria de Mayer, y lo hacía de la mano de otro preeminente doctor, Hermann von Helmholtz. Éste se había dedicado a estudiar la producción de calor durante la contracción muscular, llegando a explicar el calor animal en función de transformaciones químicas en los músculos. A partir de estos hechos fisiológicos cuantificó un equivalente mecánico del calor que relató en su memoria de 1847, *Über die Erhaltung der Kraft*, en el que presentó por primera vez de forma general, el principio de conservación de la energía.

Por su parte, mediada la década de 1840 J. P. Joule realizó el clásico experimento de demostrar que el trabajo se convierte en calor, agitando el agua de un contenedor mediante una rueda con paletas y midiendo el aumento de la temperatura. En 1847 dio dos conferencias en Manchester donde habló del principio de conservación de la energía, y en 1849 leyó un importante informe sobre el tema en la Royal Society.

⁵¹ Smith, Crosbie. (1998) , p. 178.

⁵² Koenigsberger, L. (1906) , p. 109.

⁵³ Smith, Crosbie. (1998) , p.178.

Thomson, catedrático de filosofía natural en Glasgow, estaba trabajando de forma más o menos independiente, en una línea similar a la de Clausius, quien a su vez estaba puliendo y desarrollando las teorías de Carnot. Con la publicación en 1851, de su obra *On the Dynamical Theory of Heat*, Thomson sienta las bases de la Termodinámica. En los años siguientes colabora con Rankine y junto a Tait publicará un monumental *Treatise on Natural Philosophy*, donde acuña con precisión, el término energía.

La primera reacción pública a las palabras de Tyndall tuvo a Joule por protagonista, quien en carta al editor del *Philosophical Magazine and Journal*, reclama su primacía en el descubrimiento⁵⁴:

“...The Dynamical theory of heat certainly was not established by Séguin and Mayer. To do this required experiment, and therefore fearlessly assert my right to the position which has been generally accorded to me by fellow physicists as having been the first to give a decisive proof of the correctness of this theory...”

En respuesta a Joule, publicada a través del mismo medio en Septiembre de 1862, Tyndall replica reconociéndole a Joule su papel de verificador experimental, de forma independiente, del equivalente mecánico del calor, previamente formulado por Mayer:

“It was he [Mayer] who first used the term ‘equivalent’ in the precise sense in which you have applied it; he calculated the mechanical equivalent of heat from data which, as I have said,” a man of rare ingenuity alone could turn to account; ‘and his calculation is in striking accordance with your own experimental determinations. You worked independently of Mayer, and in a totally different way. You brought the mechanical theory to the test of experiment, and in this way proved its truth.”

Añade Tyndall, que Mayer calculó correctamente su equivalente mecánico de calor y en coincidencia con Clausius, prosigue:

“Clausius makes the same assumption with no better authority than Mayer; and I believe that the assumption has been completely verified by the experiments of the very philosophers who once questioned it “

Conciliadoramente añade que el debido reconocimiento a Mayer no desmerece la valía de sus trabajos: *“There is room for both of you in this grand platform.”*

⁵⁴ Tyndall, John. (1863) , p.450-468.

En un artículo titulado “Energy”, publicado en Octubre siguiente, en el periódico *Good Words*, Thomson y Tait, después de hacer una revisión histórica del tema de la energía, atacan duramente a Tyndall, por situar a Mayer en una posición que nunca ha reclamado, y que hace tiempo ha sido ocupada por otros⁵⁵. Seguirán más réplicas y contrarréplicas públicas. La aparición de una carta de Joule en el Magazine de Agosto de 1863, parece zanjar provisionalmente la polémica con el North British. En la misiva, Joule explica su ausencia de contacto con Mayer (un aspecto suscitado por Tyndall), y a continuación agradece a Thomson y Tait el respaldo recibido y a Tyndall le agradece aquellas referencias favorables de la lecture “*which called forth those expressions on my behalf.*”⁵⁶

4.1. EL TRASFONDO CIENTÍFICO

Una primera reflexión nos lleva a analizar la naturaleza del problema del descubrimiento del principio de conservación de la energía. Thomas Kuhn⁵⁷, sostiene el carácter simultáneo del descubrimiento. Entre mediados de la década de 1820 y mediados de 1850, diferentes científicos de forma independiente habían propuesto la idea de conservación de la energía. Tres fueron los factores determinantes: el interés por los motores, la disponibilidad de los procesos de conversión y la filosofía de la naturaleza. Además, está el problema de definir como descubrimiento, algo que no es un lugar ni una entidad sino una generalización teórica. Al describir sus hallazgos de formas diferentes, subsiste el problema de saber si todos los descubridores tenían conciencia de haber averiguado lo mismo al mismo tiempo. Entre 1842 y 1847 al menos cuatro científicos, los alemanes J .R. Mayer y H. von Helmholtz, el británico J. P. Joule, y el danés August Colding hicieron pública la hipótesis de que existe una magnitud física, la energía, que se conserva en un sistema aislado⁵⁸. Los investigadores discrepan en cuanto a lo que demostraban sus experimentos y a sus repercusiones. El uso de

⁵⁵ Lloyd, J. T. (1970) , p. 216.

⁵⁶ Lloyd, J. T. (1970) , p. 220.

⁵⁷ Kuhn, Thomas.(1977). “Energy Conservation as an Example of Simultaneous Discovery”. *The essential tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. Chicago: University of Chicago Press.

⁵⁸ Gribbin, Mary at al. (2003). “Átomos y moléculas”. *Historia de la ciencia 1543-2001*. Barcelona: Crítica, S.L.

diferentes términos no sólo fuerza o energía sino conservación, conversión o correlación, indicaban un desacuerdo en cuanto a la naturaleza de los fenómenos⁵⁹.

Un segundo aspecto es el carácter de autosuficiencia de la ciencia británica y un cierto chauvinismo respecto al continente. En Gran Bretaña los historiadores de la nueva disciplina señalaban como capitales los experimentos de Joule, en Alemania postulaban a Robert Mayer, en coincidencia con el irlandés Tyndall, y el americano Williard Gibbs señalaba a Clausius. La cuestión de quien era el descubridor de la teoría clave de la física decimonónica, era también una cuestión de orgullo nacional⁶⁰. Pocos estaban dispuestos a secundar las afirmaciones de Jevons⁶¹:

"We may observe, in the first place, that almost all the arts we practised in England, until within the last century, were of continental origin. England, until lately, was young and inferior in the arts."

En tercer lugar están las diferentes concepciones en cuanto al papel de la energía en el marco general de la filosofía natural y en consecuencia, un choque de legitimidades o autoridad, entre los representantes del North British y los hombres del naturalismo científico metropolitano, en particular los miembros del X Club. Tanto Huxley como los restantes miembros del club fundado en 1864, habían usado la teoría del evolucionismo, como punta de lanza, para promover su nuevo evangelio. Tyndall, pretende situar el principio de conservación de la energía a la par del evolucionismo, como clave doctrinal del nuevo credo científico, ampliando de facto el campo de batalla intelectual con el North British⁶². La rivalidad se extendía desde las páginas del *Philosophical Magazine*, a los meetings de la BAAS o al ámbito universitario. En ese contexto competitivo se enmarca la “Red Lecture” que Tait pronuncia, sobre el tema de la energía ante en el auditorio académico de Cambridge, en 1873. Como si hubiera sido vana su existencia, ignora por completo los nombres de Leibniz, Helmholtz, Mayer y Clausius. Los académicos presentes, tan conservadores como Stokes, podían aceptar con menor reticencia la versión de Tait sobre la nueva ciencia, más acorde con la armonía entre ésta y teología, en la tradición de la vieja Institución, que los postulados del naturalismo científico. La controversia Tait-Tyndall es pues un tour de force por el reconocimiento de la autoridad científica. En la tarea de apropiación y difusión del principio de

⁵⁹ Bowler, P. J. et al. (2007) , p.125.

⁶⁰ Bowler, P. J. et al. (2007) , p.126.

⁶¹ Jevons, W. S. (1866). *The Coal Question*. 2^a ed. London: Macmillan and Co.

⁶² Smith, Crosbie. (1998) , p.172.

conservación de la energía, el North British goza de la ventaja que supone el reconocimiento público del trabajo experimental de Joule por parte de la BAAS. Tyndall debe arrebatarles el timón. Su profundo conocimiento y contacto con la ciencia alemana, le brinda la oportunidad de erigir a Julius Robert Mayer como héroe alternativo. La oposición al discurso público del naturalismo científico, procedía de un North British deseoso de contraponer su retórica a la del irlandés y sus aliados. La figura de Mayer no fue sino un pretexto, que sacó a la luz las diferencias entre un naturalismo científico, cuando menos agnóstico, y una filosofía natural en armonía, con el pensamiento cristiano.⁶³

5. ATOMISMO, EVOLUCIONISMO, RELIGIÓN: “THE BELFAST ADDRESS”

En Belfast, seno de la católica Irlanda, un miércoles 17 de Agosto de 1874, ante el público presente en el meeting de la British Association, alguien clama (p197):

“La religión se vuelve dañina cuando se entromete en la región del conocimiento objetivo...sobre el dominio de la ciencia debe cesar todo su control....habremos de arrebatar a la teología, el completo dominio de la teoría cosmológica....”

Se trata, nuevamente de John Tyndall, y el discurso habrá de pasar a los anales como “The Belfast Address”. Esta vez se trata, sin embargo, de la locución presidencial. Hace poco tiempo que ha sido elegido, para dicho cargo. Sus palabras originan un incendio verbal que recorre los púlpitos de Belfast, sin distinción de credo y una no menos feroz y sostenida réplica, en los medios escritos⁶⁴. ¿Cuál había sido el motivo de tanto revuelo?

5.1. ATOMISMO

En el Belfast Address, Tyndall esquematiza una historia del atomismo desde los puntos de vista de Demócrito y Epicúro, apoyándose en la lectura de Lucrecio *De Rerum Natura*, quienes sostenían que el universo se explicaba como consecuencia de los átomos en movimiento en el vacío y sus interacciones sin necesidad de recurrir a ninguna deidad. Tyndall había proclamado en Belfast (p191):

⁶³ Smith, Crosbie. (1998) , p.172.

⁶⁴ Lightman, B. (2004) , p. 201.

“By an intellectual necessity I cross the boundary of the experimental evidence, and discern in that Matter...the promise and potency of all terrestrial Life.”

En aquellos momentos, en Gran Bretaña, tenía lugar un revival de atención a la obra de Lucrecio. Si bien la traducción al inglés de *De Rerum Natura* se remonta a 1640 por parte de Lucy Hutchinson, poco después (1656) vio la luz una traducción contextualizada por John Evelyn que incluía un comentario sobre las consideraciones atomistas de Giordano Bruno y otros contemporáneos. Entre ellos destacaba Robert Boyle, con quien Evelyn mantuvo correspondencia. Tennyson publica su poema “Lucretius” en 1862, obra que fue comentada por Tyndall⁶⁵. En 1868 se publica una magnífica cuarta edición, bilingüe y comentada por H.A. J. Munro, con gran éxito editorial. En 1884, J. Masson publica *The Atomic Theory of Lucretius contrasted with Moderns Doctrines of Atoms and Evolution*. En el prólogo de la misma y respecto a la polémica que nos ocupa declara:

“...(we) have attempted to supply a short but careful account of the atomic theory as set forth by Lucretius, and to show how far each of his propositions is in agreement with the conclusions of modern science, as represented by Clerck-Maxwell, Tyndall, and others.”

Demócrito dota a los átomos de estructura. Aristóteles, rechazaba las concepciones atomistas, exige la existencia de un medio ubicuo llenando el universo, el Pneuma de Anaximandro, que convenientemente dotado de propiedades ad hoc dará lugar a la más elaborada teoría del éter, vigente hasta entrado el siglo XX. Pero el monopolio doctrinal del aristotelismo adoptado por la iglesia católica romana supuso el “olvido” de las ideas atomistas. En el siglo XVII, triunfó la concepción corpuscular de Newton, frente a la ondulatoria de Huygens, contradictoria en su momento con las propiedades asignadas al éter. En la misma época, a consecuencia de sus estudios sobre compresibilidad atmosférica, Robert Boyle, postula una atmósfera formada por pequeñas partículas elásticas .Por su parte, Newton nos brinda en sus Principia, una incipiente proposición para el desarrollo de una teoría cinética de los gases que supone la asunción de una teoría corpuscular de la materia. Bernoulli es el primero en deducir las leyes de los gases asumiendo que estos están formados por corpúsculos rígidos e impenetrables en movimiento, que colisionan de forma perfectamente elástica. Por aquél entonces, el principio de conservación de la energía no estaba firmemente asentado, y la idea de

⁶⁵Libera, S.(1974). John Tyndall and Tennyson’s Lucretius. *Victorian Newsletter* 45, pp 19-22.

Bernoulli de que el calor no era sino una manifestación del movimiento de las partículas de los gases chocaba con la concepción del calórico como substancia responsable de los intercambios térmicos. La vigente teoría del calórico fue paulatinamente arrumbada tras los experimentos de Benjamin Thompson y Humphry Davy a favor del desarrollo de una teoría cinético-molecular. Previamente, John Dalton había “retomado” las ideas epicúreas estableciendo las bases de la moderna teoría atómica.

Cuando en la sección tercera del Belfast se refiere a Newton y Boyle, los muestra como ejemplos de mentes con tendencia analítica que indagan sobre teorías que satisfagan su entendimiento, y por contra, presenta a Goethe y Carlyle, con un lenguaje que revela complicidad, como hombres con mente abierta a impresiones elevadas producidas por la consideración de la naturaleza como un todo “...whose satisfaction, therefore is rather ethical than logical”, adoptando usualmente “some form of pantheism”⁶⁶. En una breve referencia al discurso de Maxwell del año anterior, Tyndall apoyándose en dicha exposición para defender sus postulados atomistas, invoca la autoridad de Kant contra los argumentos de Maxwell sobre la necesidad de un Creador. Tyndall, eludiendo cualquier referencia a las controversias contemporáneas sobre el atomismo, concluye su historia de la teoría atómica, presentándola como una doctrina consolidada⁶⁷.

5.2. EVOLUCIONISMO

En su pretensión de explicar el mundo mediante procesos regulados por leyes, el naturalismo científico, excluía cualquier explicación sobrenatural de los mismos⁶⁸. La formulación naturalista de la evolución encajaba en esa filosofía, por lo que fue adoptada por sus seguidores, aún cuando algunos como Huxley y Herbert Spencer, albergasen dudas sobre el mecanismo concreto de la selección natural⁶⁹. La famosa disputa en la reunión de la British Association de 1860, entre Huxley y el obispo Wilberforce, había simbolizado la confrontación entre evolucionismo y religión. El evolucionismo será uno de los asuntos centrales del Belfast Address, al que Tyndall dedica toda una sección y en el que se realizan incontables referencias positivas a Darwin y su teoría. Tyndall cuestiona la interpretación literal de la Biblia en cuanto a la

⁶⁶ Barton, R. (1987) , p.119.

⁶⁷ Barton, R. (1987) , p. 119.

⁶⁸ Turner, Frank M. (1974). “Plagues and the Prince of Wales: A Chapter in the Conflict of Religion and Science”. *The Journal of British Studies*. 13(2): 46-65.

⁶⁹ Bowler, P. J. (2007) , p. 188.

cronología del planeta. Esa visión cosmológica del Génesis, incluida la existencia el diluvio universal, debe confrontarse con las nuevas revelaciones de la geología y la paleontología que indican un mayor recorrido en la formación del planeta.

De forma somera, menciona a los precursores del evolucionismo, entre los que sitúa a Erasmus Darwin⁷⁰, quien creía en un desarrollo gradual de la vida gracias a su progreso hacia estados superiores y a J. B. Lamark. La evolución lamarkiana aceptaba la generación espontánea, para las formas más simples, mientras los animales superiores habían evolucionado gracias a una tendencia progresiva, que volvía cada generación más compleja, en una escala lineal de organización con los humanos como producto final y superior. No creía en la posibilidad de extinción de las especies y proponía un sistema de adaptación al medio basado en la herencia de las características adquiridas⁷¹. Tyndall será clave en la refutación experimental de la generación espontánea⁷². Wallace es situado, a la par de Darwin, al recordarnos como en 1858 ambos naturalistas llegaron de forma simultánea e independiente a la misma conclusión. Darwin completará su teoría, largamente madurada, al año siguiente, cuando publique *On the Origin of Species*.

Al observar las diferencias entre diversas tortugas y pinzones de las islas Galápagos, a raíz de su viaje en el barco científico Beagle, Darwin comprendió que mediante la evolución se podían crear nuevas especies, tal vez influenciado por el uniformitarismo de Charles Leyll. Se propuso, entonces, encontrar un mecanismo más satisfactorio que el propuesto por Lamark y otros precursores. Tyndall nos desvela como el naturalista comenzó la búsqueda de nuevos datos a partir de la producción de variedades artificiales por criadores humanos, comprendiendo que la respuesta estaba en la selección. La lectura del Ensayo sobre el principio de la población de Malthus, le llevó a postular el mecanismo de la selección natural, en el que la lucha por la existencia permite sobrevivir a los mejor adaptados, sin ninguna línea principal de evolución⁷³.

En cambio Spencer, aceptaba el darwinismo como soporte del progreso general basado en el individualismo, pero apoyaba la teoría de Lamark por adaptarse mejor a su ideología de la autosuperación. Para Huxley no existía un único mecanismo de la

⁷⁰ Bowler, P. J. (2007) , p. 170.

⁷¹ Bowler, P. J. (2007) , p. 17.

⁷² Mcleod, R. (1970) , p. 522.

⁷³ Bowler, P. J. (2007) , p. 183.

evolución, sometido al azar como en la teoría darwiniana, sino que la variación debía ser causal y en múltiples direcciones.

Ellegard⁷⁴, ha señalado a partir de las opiniones reflejadas en la prensa periódica de la época, tres críticas principales al Darwinismo. Se cimentaba la primera, sobre el pretendido carácter no inductivo de la misma. La segunda, en que dicha hipótesis fue prematura y derivada de unos pocos hechos, previamente seleccionados de forma dirigida. En tercer lugar, se le critica por no aportar pruebas concluyentes del desarrollo del mundo orgánico, habida cuenta la no explicación del origen primigenio de la vida, mencionando vagamente ciertas posibilidades de evolución. La selección natural sólo podría ocurrir si se daban las condiciones favorables, que no podrían ser por tanto, fruto del azar, sino únicamente explicables en base a causas finales. Tyndall defiende el carácter científico del trabajo de Darwin, basado en hechos observables (p174).

“And that is the impression of the vast amount of labour, both of observation and of thought, implied in its production...”

Algo muy diferente a lo manifestado por Sir William Thomson, en el presidencial Address de la BAAS de 1871:

*“I have always felt that the hypothesis of ‘the origion of species trough natural selection’ does not contain the true true theory of evolution, if evolution has been in biology...”*⁷⁵

Tyndall, como Darwin, buscan en la ciencia la explicación de lo natural y rechazan la idea de un “supernatural Artificer.” Su visión no era por supuesto, la comparación mecanicista del reloj y relojero, sustentada en la teología natural de William Paley, ni siquiera adaptaciones más avanzadas como la de Buckland, Louis Agassiz o Richard Owen, que buscaban patrones para reunir la totalidad de la creación en un conjunto integral⁷⁶. Tampoco admitía Darwin el evolucionismo teísta de Miravat que pretendía explicar la evolución como un diseño natural incorporado a las mismas leyes conforme a las cuales opera. Darwin y con él Tyndall, no puede aceptar una explicación que hace innecesaria la evolución.

⁷⁴ Ellegard, Alvar (1957) , p. 384.

⁷⁵ Ellegard, Alvar (1957) , p. 387.

⁷⁶ Bowler, P. J. (2007) , p.173-176.

5.3. DEMARCACIÓN CIENCIA/RELIGIÓN

Las palabras de Tyndall sitúan en el centro debate cuestiones como el modelo de relación entre ciencia y religión, la naturaleza de la propia ciencia, quien ostenta la autoridad para hablar en su nombre y quien podría considerarse la élite cultural en una sociedad industrializada moderna como la británica, que no era ajena a un proceso más general de secularización⁷⁷.

Una lectura atenta de “The Belfast Address” y del posterior “Apology for the Belfast Address”, demuestran que el punto de mira de Tyndall se dirige a la teología de la Iglesia Católica Irlandesa. Cabe recordar que dicha jerarquía había rechazado tan sólo unos meses antes, una propuesta de los sectores laicos para incluir la enseñanza de las ciencias físicas en el currículum de la Universidad Católica⁷⁸. Por otra parte, en el discurso presidencial de la British Association del año anterior, Maxwell, había asegurado que las propiedades de las moléculas, no eran explicables por medio de los procesos que denominamos naturales⁷⁹.

El modelo de relación entre ciencia y religión que Tyndall propone, es coincidente con lo que Lightman⁸⁰ ha denominado “*las dos esferas*”. En efecto, divididas en dos esferas separadas, ciencia y religión, no tienen motivo de conflicto, a menos que el sector clerical se pronuncie sobre aspectos naturales o que los científicos traten de aplicar sus teorías más allá del mundo natural. Tyndall sitúa en su discurso de Belfast, por un lado las facultades intelectivas, en la esfera del conocimiento objetivo; por otro, poesía, emociones, fe y moral, que contribuyen a indagar sobre el último “*Misterio*”⁸¹. Las dos realidades de la naturaleza humana son independientes, y en consecuencia, los sentimientos no deben dominar el intelecto, ni la teología hacer lo propio con la ciencia. En el controvertido contexto que siguió a la publicación en 1871 de la obra de Darwin, *The Descent of Man*, su discurso se interpretó como un ataque a los defensores de la Cristiandad. Para ellos, Tyndall había recurrido a una convencional argumentación materialista, había atacado la ortodoxia teológica, y criticado a los heroicos representantes de la teología natural como Boyle y Newton⁸². Los naturalistas

⁷⁷ Lightman, B. (2001) , p.364.

⁷⁸ Frank M. Turner (1978) , p.374.

⁷⁹ Lightman, B. (2001) , p. 353.

⁸⁰ Lightman, B. (2001) , p. 345-346.

⁸¹ Barton, R. (1987) , p. 121.

⁸² Barton, R. (1987) , p. 122.

científicos, en su pretensión de organizar una comunidad científica orientada profesionalmente chocaban con un establishment religioso, celoso de mantener el control sobre la educación y sus prerrogativas en cuestión de fe y valores sociales. El segundo grupo en conflicto, eran los sectores de mentalidad religiosa pertenecientes a la propia comunidad científica preprofesional⁸³. Pero, a mediados de la década de 1870, se produce un desplazamiento social de la élite clerical preponderante a otra de cultura científica⁸⁴. A ello habían contribuido factores como la extensión del sufragio electoral o la Education Act de 1870, al fin, los naturalistas científicos habían alcanzado una notable influencia en el entramado institucional de la ciencia británica⁸⁵. A pesar de sus críticas a la prensa periódica por diseminar el moderno materialismo científico, los oponentes de Tyndall, no dudarán tras el Belfast Address, en utilizarla de forma masiva en su campaña denigratoria contra el otrora respetado profesor de la Royal Institution⁸⁶.

6. CONCLUSIONES

Hemos identificado en *Fragments of Science*, diversos elementos que permiten adscribir la obra al movimiento denominado naturalismo científico. El ensayo “On the Study of Physics”, es muestra de los esfuerzos de Tyndall por incorporar la enseñanza de las ciencias al sistema educativo británico, de las peculiaridades de su relevante faceta de divulgador científico en la Royal Institution y de su moderna visión pedagógica. En la tarea divulgativa se enfrentó al desafío de equilibrar entretenimiento e instrucción en el contexto de un mercado competitivo por las audiencias. Con el objeto de extender el campo de acción de la ciencia y justificar la necesidad de mejora en las condiciones del trabajo científico, realiza el doble esfuerzo de demarcación ciencia/religión y ciencia/tecnología. El ensayo “On Force”, nos introduce en la complejidad del descubrimiento del principio de conservación de la energía, al que no es ajeno, el conflicto por la autoridad científica con el North British. El Belfast Address confirma la apuesta pública de Tyndall por el evolucionismo darwinista, la teoría atómica, y el principio de conservación de la energía, como parte de una trilogía que fundamenta teóricamente los anhelos del naturalismo por el reconocimiento de dicha autoridad. El conflicto forma parte del incipiente proceso de profesionalización de la comunidad científica, en el

⁸³ Turner, Frank M (1978) , p. 364.

⁸⁴ Turner, Frank M (1978) , p. 362.

⁸⁵ Lightman, B. (2004) , p. 202.

⁸⁶ Lightman, B. (2004) , p. 230.

ámbito general de una sociedad en paulatina secularización, y de una lucha por la supremacía intelectual en el seno de dicha comunidad entre los sectores de mentalidad más religiosa, ortodoxa o conservadora y aquellos otros que, como el autor de *Fragments of Science*, sólo rinden culto a la ciencia.

7. AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud al profesor Agustí Nieto-Galán por haberme puesto en la pista de John Tyndall, a un tiempo científico, divulgador y humanista. También al profesor Jaime Peón Fernández, por su contagioso entusiasmo por la ciencia.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fuentes primarias

- Babbage, Charles (1830). *Reflections on the Decline of Science in England*. London: B. Fellowes.
- Jeans, William T. (1887). *Lives of The Electricians*. London: Whittaker & Co.
- Jevons, W. S. (1866). *The Coal Question*. 2^a ed. London: Macmillan and Co.
- Masson, John (1884): *The Atomic Theory of Lucretius contrasted with Modern Doctrines of Atoms and Evolution*. London: George Bell & Sons.
- McCosh, James (1875). *Ideas in Nature*. New York: Robert Carter & Brothers.
- Tyndall, John. (1863). *Heat considered as a Mode of Motion*. 1^a ed. New York: D. Apletton and Company.
- Tyndall, John. (1892). *Fragnets of Science*. 6^a ed. New York: D. Appleton and Company.
- Tyndall, John. (1892). *New Fragments*. 2^a ed. London: Longsman, Green and Co.

Literatura secundaria

- Barton, Ruth. (1987). “John Tyndall, Pantheist. A Rereading of the Belfast Address”. *Osiris*, 2nd Series, 3(1): 111-134.
- Barton, Ruth. (1998a). “Just before Nature: The Purposes of Science and the Purposes of Popularization in some English Popular Science Journals of the 1860s” *Annals of Science*. 55(1): 1-33.
- Barton, Ruth. (1998b). “Huxley, Lubbock and Half a Dozen Others”. *Isis*. 89 (3): 410-444.
- Bowler, Peter J. et al. (2007). *Panorama general de la ciencia moderna*. Barcelona: Crítica.
- Ellegard, Alvar. (1957). “The Darwinian Theory and Nineteenth-Century Philosophies of Science”. *Journal of the History of Ideas*. 18(3): 362-393.
- Foote, George A. (1951). “The Place of Science in the British Reform Movement 1830-50”. *Isis* 42(3):192-208.
- Gieryn, Thomas F. (1999). “John's Tyndall Double Boundary Work”. *Cultural Boundaries of Science*. London: The University of Chicago Press, p. 37-64.
- Gribbin, Mary at al. (2003). “Átomos y moléculas”. *Historia de la ciencia 1543-2001*. Barcelona: Crítica, S.L

- Howard, Jill (2004). "Physics and fashion: John Tyndall and his audiences in mid-Victorian Britain". *Studies in History and Philosophy of Science*. 35. (1): 729-758.
- Kuhn, Thomas.(1977)."Energy Conservation as an Example of Simultaneous Discovery". *The essential tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. Chicago: University of Chicago Press.
- James, Frank A. J. L. (2004). "Reporting Royal Institution Lectures, 1826-1867". A: Shuttleworth et al. (eds.). *Science serialized: Representations of the Sciences in Nineteenth-Century*. Cambrigde Mass. MIT Press, p. 67-69.
- James, Frank A. J. L & Peers, Anthony (2007). "Constructing Space for Science at the Royal Institution of Great Britain". *Physics in Perspective* 9(1): 130-185.
- Koenigsberger, L. (1906). *Hermann Von Helmholtz*. Oxford: Clarendon Press.
- Libera,S.(1974):"John Tyndall and Tennyson's 'Lucretius'". *Victorian Newsletter*: 19-22.
- Lightman, Bernard. (2001). "Victorian Science and religions. Discordant Harmonies". *Osiris*, 2nd Series. 16(1): 343-366.
- Lightman, Bernard. (2004). "Scientist as Materialist in the Periodical Press: Tyndall's Belfast Address." A: Shuttleworth et al. (eds.). *Since serialized: Representations of the Sciences in Nineteenth-Century*. Cambrigde Mass.MIT Press. p. 199-237.
- Lloyd, J. T. (1970): "Background to the Joule-Mayer Controversy". *Notes & Records of The Royal Society*. 25 (1): 211-225.
- Macleod, Roy M. (1970a) "The X-Club a Social Network of Science in late-Victorian England" *Notes and Records of the Royal Society of London*. 24(2): 305-322.
- Macleod, Roy M. (1982). " The Bankruptcy of Science Debate: The Creed of Science and its Critics, 1885-1900" *Science, Technology, & Human Values*. 7 (41): 2-15.
- MacLeod, Roy M. (1970b) "John Tyndall" A: Gillispie,Charles C. (ed). *Dictionary of Scientific Biography*. New York, 1970-80: DSB.
- Pippard, Sir Brian. (2002). "Schoolmaster-Felows and the Campaign for Science Education". *Notes & Records of the Royal Society of London*. 56(1): 63-81.
- Smith, Crosbie. (1998). "North britain versus Metropolis".*The Science of Energy*. London: Athlone.
- Solís, Carlos et al. (2005). "El siglo de la ciencia". *Historia de la ciencia*. Barcelona: Espasa.

- Turner, Frank M.(1978) “The Victorian Conflict between Science and Religion: A Professional Dimension”. *Isis* 69(3): 356-376.
- Turner, Frank M. (1980). “ Public Science in Britain, 1880-1919”. *Isis* 71(4): 589-608.
- Turner, Frank M. (1974). “Plagues and the Prince of Wales: A Chapter in the Conflict of Religion and Science”. *The Journal of British Studies*. 13(2): 46-65.
- Thomson, D. (1957). “John Tyndall (1820-1893). A Study in Vocational Enterprise”. *Vocational Aspects of Secondary and Further Education*, 9 (1): 38-48.

ANEXO 1

A continuación se muestran dos tablas con datos relativos al proceso de secularización de la ciencia británica durante la segunda mitad del siglo XIX.

Año	Total miembros	Clero anglicano	Porcentaje de miembros del clero
1849	741	72	9.7
1859	636	57	8.96
1869	544	44	8.1
1879	488	27	5.5
1889	466	17	3.6
1899	449	14	3.1

Tabla 1 Miembros de la Royal Society pertenecientes al clero anglicano, 1850-1900.

FUENTE: Turner, Frank M. (1978) “The Victorian Conflict between Science and Religion: A Profesional Dimension”. *Isis* 69(3): 356-376

Materias	1835-1865	1866-1900
Matemáticas	15	2
Química	4	0
Geología	6	0
Biología	8	1
Mecánica	8	0

Tabla 2 . Miembros del clero anglicano, presidentes de sección de la British Association for the Advancement of 1831-1900.

FUENTE: Turner, Frank M. (1978) “The Victorian Conflict between Science and Religion: A Profesional Dimension”. *Isis* 69(3): 356-376