

Freeman Dyson el científico como hereje y rebelde

José Luis González Quirós y Manuel González Villa

Publicado en Juan Arana, Ed. *La cosmovisión de los grandes científicos del siglo XX*, Ed. Tecnos, Madrid 2020, ISBN 978-84-309-7907-3, pp. 241-251.

1. Vida y trayectoria

Freeman J. Dyson nació el 15 de diciembre de 1923, en Crowthorne, Berkshire, Reino Unido. Dyson es el segundo hijo del músico y compositor Sir George Dyson. Actualmente es profesor emérito del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton.

Desde muy pequeño se interesó por la ciencia y a los 12 años ingresó en el Winchester College donde encontró otros alumnos con inquietudes científicas y con los que fue estudiando libros clásicos de matemáticas y física.

A la edad de 17 años, a mediados de la segunda guerra mundial, Dyson ingresó a la Universidad de Cambridge. Entre sus maestros se encontraban Hardy, Littlewood y Mordell y, de hecho, sus primeras investigaciones versaron sobre teoría de números. También recibió educación en física de manos de algunos grandes maestros como Dirac, Eddington, Jeffreys y Bragg.

En junio de 1943 se unió al Operational Research Section de la Royal Air Force's Bomber Command para cumplir su servicio militar. Al acabar la guerra volvió al Trinity College para completar su BA y publicar sus primeros artículos sobre teoría de números. A su vuelta tuvo la suerte de encontrar a Nicholas Kemmer, quien le enseñó teoría cuántica de campos siguiendo el libro *Quantentheorie der Wellenfelder* de Gregor Wentzel.

Al año siguiente, Dyson viajó a Cornell para comenzar la investigación en física teórica bajo la tutela de Hans Bethe. Allí se encontró con una fuerte tradición empírica, muy distinta de la tradición teórica en la que él había aprendido. Como él mismo relata (1996, 11):

"The American scientific tradition was strongly empirical. Theory was regarded as a necessary evil, handed for the correct understanding of experiments but not valued for its own sake. Quantum field Theory had

been invented and elaborated in Europe. It was a sophisticated mathematical construction, motivated more by considerations of mathematical beauty than by success in explaining experiments. The majority of American physicists had not taken the trouble to learn it. They considered it, as Samuel Johnson considered Italian Opera, an exotic and irrational entertainment”.

En aquella época, el gran reto al que se enfrentaban los físicos americanos era la interpretación del experimento sobre los niveles de energía atómicos que Lamb, Rutherford, Foley y Kusch habían realizado en Columbia. En Cornell, Dyson consiguió determinar, usando la teoría cuántica de campos que había aprendido con Kemmer, algunas de esas magnitudes experimentales.

En Cornell también conoció a Feynman, quien basándose en su poderosa intuición física había *reinventado* la mecánica cuántica y había encontrado un original modo (los ahora conocidos como diagramas de Feynman) de realizar los cálculos. Sus resultados eran más precisos y rápidos que los que Bethe podía obtener con métodos clásicos o que Dyson conseguía con la teoría cuántica de campos.

Por aquel entonces Julian Schwinger, quien conocía la teoría cuántica de campos, consiguió dar una explicación teórica satisfactoria del experimento. Para ello, se ayudó de la teoría cuántica de campos pero debido a que compartía los recelos de los físicos americanos respecto a ella, la utilizó de un modo encubierto, prefiriendo el formalismo matemático de las funciones de Green.

Dyson consiguió armonizar ambos métodos y demostrar que las funciones de Green que Schwinger utilizaba, eran esencialmente la misma cosa que los “propagators” ideados por Feynman para realizar sus diagramas. El eficaz método de cálculo de Feynman fue así reconocido y legitimado. Como Dyson explica (1996, 13):

“The effect of the two papers was to make quantum electrodynamics into a convenient tool for practical calculations. By a systematic use of perturbation theory one could calculate physical processes to any desired accuracy”.

Entre 1950 y 1958 Dyson estuvo casado con la matemática Verena Huber-Dyson con quien tuvo dos hijos; Esther que es experta e inversora en

tecnologías digitales y George que es constructor de kayak e historiador de la ciencia. A mediados de los cincuenta fijaron su residencia en Princeton y desde entonces Dyson ha formado parte del IAS.

Por aquel entonces Dyson empezó una nueva línea de investigación en física del estado sólido. En este nuevo campo también escribió algunos trabajos que hoy en día son referencias básicas. También comenzaron sus escarceos con la ingeniería. Durante los años 1957 a 1961 colaboró en el Proyecto Orion que pretendía desarrollar un cohete espacial propulsado por energía nuclear. En 1958 participó en el diseño, fabricación y patente del reactor nuclear Triga, hoy día todavía en venta y usado, principalmente en hospitales para la producción de isótopos de vida corta útiles para el examen de pacientes.

Más adelante ha participado, sin dejar de lado las matemáticas y la física matemática, en diversos proyectos de ingeniería como la óptica adaptativa, el diseño y construcción de charcas de hielo junto con su amigo Ted Taylor y la mejora de artilugios para la detección de minas antipersonales junto con Paul Horowitz. Dyson ha destacado posteriormente en sus libros de divulgación la felicidad y diversión que le proporcionaron sus incursiones en el mundo de la tecnología y cómo "la vida de un inventor también da amplio lugar a la reflexión filosófica y a una activa relación con los grandes problemas del destino del hombre".

Tras su divorcio de verena, Dyson se casó con Imme, que era la niñera de Esther y George. Tuvieron cuatro hijos y siguen casados.

Otros campos de gran interés para Dyson, han sido la astronomía y la carrera espacial. Además, Dyson ha pertenecido durante mucho tiempo al grupo conocido como *Jason*, que asesora al gobierno Estadounidense en materias de seguridad nacional, fue elegido chairman de la *Federation of American Scientist* en 1962 y también colaboró con la *Arms Control and Disarmament Agency*.

Por último, queremos señalar que Dyson también ha fijado su atención en el problema del origen de la vida. Al respecto ha propuesto una nueva línea de investigación mediante un modelo matemático que contempla la posibilidad de un origen "doble" de la vida, en el que el metabolismo precede a la duplicación.

Dyson, quizás siguiendo el consejo de Hardy de que los jóvenes probar teoremas y los hombres viejos deben escribir libros, ha dedicado los últimos años a escribir varios libros en los que ha narrado episodios de su vida y sus contribuciones científicas, sus concepciones del universo, la ciencia y la tecnología, sus visiones de la ética y la religión... en definitiva ha trazado una rica cosmovisión que pretendemos resumir a continuación.

2. Su concepción de la ciencia y el universo

Dyson cree el universo obedece al principio de máxima diversidad según el cual las leyes de la naturaleza, y las condiciones iniciales al principio del tiempo son tales que el que hacen al universo tan interesante o misterioso como sea posible. La ciencia es interesante por que está llena de misterios sin resolver. Pese a la precisión y sofisticación de nuestro conocimiento científico más avanzado, estamos muy lejos de la solución de los misterios del universo y de la vida. Las proclamas sobre el fin de la ciencia son engañosas y como escribió Bacon "las sutilezas de la naturaleza son muchas veces mayores que las de los sentidos y el entendimiento".

Por contra, Dyson entiende la ciencia como una actividad muy concreta. Así afirma que "mi vocación de científica no se debía al deseo de entender los misterios de la naturaleza. Nunca me senté a tener pensamientos profundos. Nunca tuve la ambición de descubrir un nuevo elemento o curar una enfermedad. Simplemente disfrutaba calculando y me enamoré de los números, La ciencia era apasionante porque estaba llena de cosas que podía calcular" (2015, p. 31), que "la ciencia es la práctica de un oficio especializado, más próximo a la fabricación de calderas que a la filosofía", (*El Sol ...* p. 33) y que "la práctica diaria de la ciencia es más cercano al arte que a la filosofía" ().

Dyson explica que la ciencia moderna se origina en la fusión de dos tradiciones, la del pensamiento filosófico griego y la de manufactura de utensilios que floreció con los artesanos medievales. Ve en la historia de la ciencia dos tradiciones diferentes: la de los *unificadores*, que siguen la estela de Descartes, y la de los *diversificadores*, que se apoyan, más bien, en Bacon. Los unificadores tratan de reducir la prodigalidad de la naturaleza a unas pocas leyes y principios generales. Los diversificadores prefieren explorar los detalles de las cosas en su infinita variedad. Los unificadores aman las ecuaciones mientras que los diversificadores prefieren ocuparse intensamente de las peculiaridades de las cosas, como pájaros y mariposas.

Con esta imagen general de la ciencia, Dyson considera que el descubrimiento es el acontecimiento científico primordial y elogia la tecnología porque permite alcanzar descubrimientos imprevistos que ayudan al investigador a formular nuevas preguntas. Dyson cree que no hay ilusión más peligrosa que pensar que el avance de la ciencia sea predecible y que si buscamos los secretos de la naturaleza en una sola dirección, no seremos capaces de descubrir los secretos más importantes, precisamente aquéllos que nuestra imaginación es incapaz de predecir.

Dyson (1998) tiene una actitud muy abierta hacia la posibilidad de que la evolución de la ciencia, empujada por todo tipo de revoluciones instrumentales y teóricas, la transforme hasta el extremo de que la ciencia del futuro y sus modos de pensamiento nos sean tan extraños como la ciencia actual lo sería para los griegos.

En concordancia con estas ideas, Dyson ha defendido que la ciencia ha de ser una actividad subversiva en contra de la autoridad y de los límites establecidos por la cultura dominante. El científico ha de seguir sus propios instintos por delante de los principios filosóficos y las demandas sociales, ha de poseer un espíritu rebelde que no entre en contradicción con la búsqueda incondicional de la excelencia y el rigor intelectual. Se refiera a una rebeldía reflexiva impulsada por la razón y el cálculo más que por la pasión y la rabia. También ha defendido que la ciencia necesita de algunos herejes que pongan en duda los dogmas prevalecientes. Dyson no ha tenido inconveniente en colocarse en la menor de las minorías para ejercer de hereje contra doctrinas tan imperantes como el cambio climático.

Dyson afirma que la ciencia es la impredecibilidad organizada. Pese a esta impredecibilidad del progreso científico, Dyson estima que una política científica y tecnológica adecuada puede impulsarlo y ha llevado a cabo una reflexión sobre la *ecología* de los proyectos tecnológicos para establecer las condiciones en que se puede optimizar la inversión tecnológica y su ritmo de crecimiento. Las conclusiones de Dyson alientan y defienden a los científicos que se atreven a investigar nuevos campos, a intentar enfoques nuevos, ingeniosos y originales, que no les importa investigar en campos que no están de moda, que traspasan las barreras de su especialidad, que se interesan por los problemas de otras ramas de la ciencia y hacen el esfuerzo por cambiar ideas con los expertos en otros campos... En este contexto, Dyson cree que los amateurs y los outsiders pueden jugar un papel importante con descubrimientos sorprendentes en áreas ignoradas por las corrientes y modas científicas imperantes.

3. La tecnología

Dyson cree que la construcción de aparatos innovadores y el desarrollo de nuevas tecnologías son inherentes a la investigación científica y que siempre habrá jóvenes emprendedores dispuestos a construir nuevos instrumentos con el fin de poder adentrarse en las nuevas fronteras de la ciencia. Esta tarea dará lugar a nuevas industrias artesanales que faciliten estos instrumentos a otros científicos y, en algunos casos, aportarán ventajas generales a la sociedad. Dyson observa que de este modo han nacido grandes complejos de industrias especializadas, por ejemplo informáticas o biotecnológicas, alrededor de los centros científicos.

Dyson no sólo constata la indudable importancia del instrumental en el trabajo de los investigadores, sino que ha expuesto en numerosas ocasiones una idea muy original y amplia de *instrumento científico*. Dyson no sólo habla de los casos clásicos, como telescopios o microscopios, ni se limita a hablar de los sofisticados aparatos que hoy en día dominan la vida experimental. Su idea de instrumento científico es más amplia e incluye no sólo las herramientas y artificios sino incluso entidades *naturales*, como pueden ser los virus o los púlsares. Dyson explica que el virus es un instrumento para el avance de la ciencia y la práctica médica. El virus (2000, 40-41) permite invadir organismos más complejos e interviene de un modo que puede ser controlado en el funcionamiento de éstos. Esta característica, junto a otras cualidades como son la homogeneidad, la especificidad, la velocidad de reproducción, la facilidad y el bajo coste con que son cultivados..., convierte al virus en un instrumento idóneo para el estudio de organismos más complejos. Los púlsares (1994, 181) son para Dyson aceleradores naturales que nos proveerán de rayos cósmicos y laboratorios donde podremos estudiar las propiedades de la materia y la radiación.

Podemos encontrar otros matices interesantes de su idea en el caso del ordenador. Por un lado, Dyson (1998, 51) dice que el ordenador es una herramienta intelectual que nos ayuda a pensar mejor. Así, tenemos que la herramienta científica no se considera como algo que potencie nuestros sentidos o que valga para hacer mediciones, sino que es también una ayuda a nuestro entendimiento. Pero, además, afirma (1998, 51) que el ordenador ha resultado revolucionario por facilitar la comunicación entre matemáticos y físicos. Dyson considera que el ordenador es potencialmente capaz de generar muchas más herramientas (y revoluciones) científicas.

Cada día nuevos instrumentos se originan en la *industria artesanal del software*. Hay y habrá numerosas oportunidades de diseñar distintos programas informáticos que serán de gran utilidad para la investigación científica. Dyson señala como, hoy en día, la astronomía digital, con proyectos como la Inspección Digital del Firmamento patrocinada por la Fundación Sloan, o la biotecnología, que precisa de programas que ayuden a la secuenciación y a la recolección de bibliotecas de genomas que sean fácilmente consultables, han ofrecido numerosas oportunidades a los programadores para desarrollar nuevas herramientas.

Dyson ha llamado la atención en algunos de sus libros más recientes (Dyson, 1998, 49-55, 2000, 31-41) sobre la existencia de *revoluciones instrumentales*, un concepto que se contrapone de alguna manera a las *revoluciones teóricas* de las que Kuhn se ocupó en su *The Structure of the Scientific Revolutions*.

Las *revoluciones instrumentales* a las que Dyson se refiere tienen su origen en la invención de nuevos instrumentos para investigar los fenómenos naturales y poder avanzar en el desentrañamiento de los abundantes campos en que la realidad de las cosas desafía a nuestros conceptos previos. Mientras que las revoluciones kuhnianas aportan, según Dyson, nuevos conceptos para comprender la naturaleza, explicando cosas antiguas de nuevas maneras, las revoluciones que Dyson señala se caracterizan por descubrir nuevas cosas que tendrán que ser explicadas. Dyson afirma que, aunque han atraído menos la atención del público no especializado, este tipo de revoluciones ha sido decisivo en el desarrollo contemporáneo de la mayoría de las ciencias, y particularmente en especialidades como la biología y la astronomía, y que la mayoría de las revoluciones científicas recientes ha sido de carácter instrumental. Entre otras razones para la mayor frecuencia de las revoluciones instrumentales, el avance en los aspectos científicos instrumentales o experimentales es más asequible que en los teóricos y, además, las revoluciones instrumentales se suceden en ciclos temporales más cortos que las teóricas.

Dyson también señala como frecuentemente una revolución científica es acompañada por un cambio de estilo. Así habla de dos estilos contrapuestos como pueden ser la organización rígida y la disciplina representadas por Napoleón, el caos creativo y la libertad representadas por Tolstoi. El caos tolstoyano es predominante en algunas ciencias, como la microbiología y la neurobiología, mientras que la rigidez napoleónica es dominante en la física

de partículas y la ciencia espacial. En su opinión, la revolución de los ordenadores fue una huida desde las ambiciones napoleónicas de Von Neumann a la anarquía tolstoyana de Internet.

En *The Sun, the Genome, the Internet*, Dyson compara al historiador de la ciencia de Harvard, Peter Galison y su obra *Image and Logic*, con el trabajo de Thomas Kuhn, destacando sus intereses comunes como físicos y en la historia de la ciencia. Según Dyson, se distinguen porque Kuhn describe la física como un teórico que se centra en las ideas, mientras que Galison pone énfasis en el instrumental científico. Dyson cree que la obra de Galison viene a restaurar un cierto equilibrio en la visión de la ciencia que se había roto desde que Kuhn escribiese su obra. Dyson mantiene que la obra de Kuhn fomentó la opinión de que todas las revoluciones científicas eran de naturaleza conceptual, dando pie a una visión unilateral de la ciencia de la que algunos concluyeron que la ciencia es, en gran medida, subjetiva, una lucha más entre puntos de vista enfrentados. Dyson, sin negar el valor del punto de vista kuhniano, sostiene que para el progreso de la ciencia se necesitan tanto nuevos instrumentos como nuevos conceptos.

4. Ética

En opinión de Dyson la gran pregunta de nuestro tiempo es cómo asegurarnos de que el continuo avance científico beneficiara a todo el mundo en vez de ampliar la distancia entre ricos y pobres.

La respuesta a esta pregunta incunbe, a juicio de Dyson, a la ciencia pues el científico debe rebelarse contra la pobreza, la fealdad, el militarismo y la injusticia económica. Así, Dyson rechaza la opinión tan generalizada tras la II Guerra Mundial y la construcción de la bomba atómica de que los científicos no son responsables de los problemas éticos y morales que se originan de los avances de la ciencia y tecnología. Por el contrario Dyson afirma que: "los científicos y los empresarios han de hacer valer su libertad para promover nuevas tecnologías que sean más amables que las viejas con las personas y los países pobres. Las normas éticas de los científicos tienen que cambiar al haber cambiado el alcance del bien y el mal que la ciencia provoca". Dyson mantiene que no sólo la ética impulsa la ciencia y la tecnología como nos enseñó Weber, sino que hay ocasiones en que es la ciencia la que promueve avances éticos. Por ello Dyson se pregunta: "¿Cómo podemos hacer que la ética influya en las tecnologías de manera que las consecuencias malas se reduzcan y las buenas aumenten al máximo?" A lo que responde "Mi argumento es que la cadena de causación,

de la ética a la tecnología y de la tecnología a la ética, deja abierta una posibilidad de lograr que el progreso tecnológico y el progreso ético vayan de la mano. Las nuevas tecnologías nos ofrecen oportunidades reales de convertir el mundo en un sitio mejor". Sin embargo la tecnología no es suficiente, debe de ser inspirada y guiada por la ética si no quiere limitarse a crear nuevos juguetes para los ricos. Los emprendedores tecnológicos han de unir fuerzas con las organizaciones humanitarias y religiosas para dar un peso político a la tecnología y la ética y ser capaces de combatir las grandes desigualdades del mundo actual.

5. Religión

Dyson se declara cristiano y considera que la religión es una parte ancestral y preciosa de la herencia humana. Reconoce que no hay ninguna forma rigurosa de responder a la pregunta de si las religiones han hecho más bien o mal a la humanidad pero cree que los beneficios de la religión sobrepasan a los daños en la historia y también hoy en día. Dice que la religión es apasionante por que al igual que la ciencia está llena de misterios por resolver más allá de cuestiones doctrinales sobre la trinidad o discusiones académicas sobre la veracidad de los evangelios. En opinión de Dyson el mayor misterio por resolver es el de nuestra existencia como seres conscientes en un pequeño rincón del universo. La religión, como también lo son la ciencia, el arte la literatura y la música, es un modo de entendimiento que nos da pistas sobre un parte mental o espiritual del universo que trasciende al universo material. La ciencia y la religión ofrecen versiones parciales de un mismo universo. Ambas visiones son parciales e incompletas pero, a juicio de Dyson, son meritorias y han de ser respetadas.

Alabar a Dios es en opinión de Dyson (2002) "reconocer que la mente y la inteligencia están entretejidas en el tejido de nuestro universo en un modo que sobrepasa nuestra capacidad de comprensión".

En su conferencia sobre el *Progreso en la religión* (2000) resume su teología, que admite que no es demostrable con la ciencia pero que tiene la virtud de ser compatible con la ciencia, del siguiente modo:

"El universo muestra evidencia de las operaciones de la mente en tres niveles. El primer nivel son los procesos físicos elementales, que observamos cuando estudiamos los átomos en el laboratorio. El segundo nivel es la experiencia directa de nuestra propia conciencia. El tercer nivel

es el universo como un todo. [...] No hago ninguna distinción clara entre mente y Dios. Dios es aquello en lo que se convierte la mente cuando va más allá de nuestro rango de comprensión. [...] Así que pienso que los átomos, los humanos y Dios tienen mentes que pueden diferir en grado pero no en tipo. Nos encontramos, por decirlo de una manera, a medio camino entre la impredecibilidad de los átomos y la impredecibilidad de Dios. Los átomos son pequeñas piezas de nuestro aparato mental, y nosotros somos pequeñas piezas del aparato mental de Dios. Nuestras mentes reciben mensajes tanto de los átomos como de Dios”.

6. Conclusión

A modo de síntesis de la cosmovisión de Dyson reproducimos el siguiente párrafo (1995, 11):

“Mi mensaje es que la ciencia es una actividad humana, y que el mejor método para entenderla es entender a los individuos que la practican. La ciencia es una forma de arte y no un método filosófico. Los grandes avances científicos surgen usualmente de nuevas herramientas antes que de nuevas doctrinas. Si intentamos encasillar la ciencia en un único punto de vista filosófico, actuamos como Procrustes mutilando los pies de los invitados que no cabían en la cama. La ciencia florece cuando usa libremente todas las herramientas a su alcance, sin limitaciones debidas a nociones preconcebidas de que debe ser la ciencia. Cada vez que introducimos una herramienta nueva, nos guía a descubrimientos nuevos e inesperados porque la imaginación de la naturaleza es más rica que la nuestra”.

Bibliografía

Dyson, Freeman J., *Disturbing the Universe*, Basic Books, New York, 1979.

-----, *Infinite in All Directions*, Penguin, London, 1990.

-----, *De Eros a Gaia*, Tusquets, Barcelona, 1994.

-----, *Selected Papers of Freeman Dyson with Commentary*, American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 1996.

-----, *Imagined Worlds*, Harvard University Press, Cambridge, 1997.

-----, *The Sun, the Genome, the Internet. Tools of Scientific Revolutions*, The New York Public Library, Oxford University Press, New York, 1997.

-----, "Progress in religion", en https://www.edge.org/conversation/freeman_dyson-progress-in-religion, 2000.

-----, "Science & Religion: No Ends in Sight", The New York Review Books, Volume 49, Number 5 · March 28, 2002.

-----, *A Many-colored Glass: Reflections on the Place of Life in the Universe*, University of Virginia Press, 2007.

-----, *The Scientist as Rebel*, New York Review Books, 1995.

-----, *Birds and frogs: Selected papers of Freeman Dyson, 1990-2014*, World Scientific, 2015

-----, *Maker of Patterns: An Autobiography Through Letters*, Liveright, 2018.