

La física cuántica y el diálogo con la religión (Quantum physics and the dialogue with religion)

IGNACIO ENRIQUE DEL CARRIL

Universidad Austral, Argentina

idelcarril@austral.edu.ar

ORCID: 0000-0003-4322-1973

Abstract. El presente trabajo tiene dos objetivos. En primer lugar, presentar a un autor poco conocido en los ámbitos filosóficos y científicos (aunque un poco más en estos últimos). Su nombre era Pascual Jordan (1902-1980) y participó en el nacimiento de la física cuántica en la primera mitad del siglo XX, trabajando codo a codo con Werner Heisenberg bajo la dirección de Max Born en la elaboración de la mecánica de matrices, aporte fundamental para precisar la estructura cuántica del átomo.

En segundo lugar, exponer su aporte personal a la cuestión acerca de las relaciones entre ciencia y religión. En ese sentido, Jordan se encuentra en una posición, por un lado, *desfavorable*, aunque, por otro, *favorable* para aportar a la cuestión. “Desfavorable”, porque Jordan es totalmente ajeno a cuestiones epistemológicas como lo es el debate sobre el realismo en la ciencia; y “favorable”, porque al tomarse seriamente los descubrimientos de la nueva física naciente, es un acérrimo realista en lo que respecta a las teorías científicas. Además, era un ferviente cristiano lo cual significaba que también era realista en materia de religión – inevitable actitud para quien considere que el binomio fe-vida sean inseparables. Su realismo constitutivo hace que las relaciones entre religión y ciencias sean para él un problema con tintes más existenciales que académicos; por eso, dedicó gran parte de su obra filosófica a responder esta cuestión.

Palabras clave: Física cuántica; Ciencia y religión; Pascual Jordan; determinismo vs. Indeterminismo; realismo epistemológico; causalidad; doble negación.

Abstract. The present paper has two main purposes. On the one hand, to introduce Pascual Jordan (1902-1980), an author little known in philosophy academic circles and better known in scientific ones. Jordan took part in the birth of quantum physics during the first half of the 20th century and worked side by side with Werner Heisenberg under Max Born's direction to elaborate Matrix Mechanics, an essential contribution to the formal description of atom quantum structure.

On the other hand, I expose his personal contribution to the science and religion debate. In this regard, he found himself both in an unfavorable and a favorable position. Unfavorable, because Jordan stands far from such epistemological matters as scientific realism; favorable, because he took very seriously the discoveries of new rising physics, and was, thus, a committed realist when discussing scientific theories. Furthermore, he was a devoted Christian, which means that he has a realist stance on religion – the only valid choice for those who consider the relation between life and faith as indissoluble. His constitutive realism leads him to regard the relation between religion and science as an existential problem rather than as an academic one, and therefore, he dedicated a large part of his philosophical works to this subject.

Keywords: Quantum physics; Science & religion; Pascual Jordan; determinism vs. indeterminism; epistemological realism; causality; double denial.

Introducción

A fines del siglo XIX comenzó a incrementarse un tipo de literatura que postulaba que desde los comienzos del pensamiento occidental una guerra entre la religión y la ciencia parecía librarse¹. En la antigüedad este conflicto parece encontrarse solapado en la cuestión del paso del mito al lógos. Durante los primeros años del cristianismo, la misma tensión puede hallarse entre la fe naciente y el pensamiento gnóstico, y vuelve en la alta edad media cuando los debates entre dialécticos y teólogos (García Junceda 1985). En la edad moderna el emblemático caso Galileo sembró en el inconsciente colectivo de la humanidad la triste tesis de que la religión y la ciencia eran caminos incompatibles para andar al mismo tiempo. No obstante, nunca faltó quien considerara absurda esa guerra y la pusiera en su debido lugar: esa guerra no es entre la religión y la ciencia, sino entre algunos hombres de fe que contra algunos científicos.

¹ Las obras que dieron comienzo a este debate fueron *History of the Conflict Between Religion and Science (1874)* de William Draper y *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom (1896)* de Andrew Dickson White, cfr. (Russell 2000, 12–17).

El presente trabajo tiene dos objetivos. En primer lugar, presentar a un autor poco conocido en los ámbitos filosóficos y científicos (aunque un poco más en estos últimos). Su nombre era Pascual Jordan (1902–1980) y participó en el nacimiento de la física cuántica en la primera mitad del siglo XX, trabajando codo a codo con Werner Heisenberg bajo la dirección de Max Born en la elaboración de la mecánica de matrices, aporte fundamental para precisar la estructura cuántica del átomo. En segundo lugar, exponer su aporte personal a la cuestión acerca de las relaciones entre ciencia y religión.

El orden de la exposición es el siguiente. En primer lugar, presentaré al autor en un breve apartado biográfico. Luego, aclararé su concepción acerca de la religión como respuesta del hombre frente a Dios. En este mismo punto, también deberé precisar cómo comprendía Jordan la ciencia. Seguidamente, explicaré cómo los principios de la nueva física obligaron a reformular la cosmovisión que la ciencia decimonónica planteaba. En el último apartado, expondré la conclusión que Jordan obtiene de esta situación para resolver el conflicto ciencia-religión. Y, por fin, concluiré en la necesidad de la apertura del diálogo entre ciencia y religión tanto si se parte del realismo epistemológico como de posiciones antirrealistas.

1. Breve biografía de Pascual Jordan

Ernst Pascual Jordan nació en Hannover, Alemania el 18 de octubre de 1902. Sus padres supieron inculcar en el joven Pascual la fe cristiana. Desde muy joven se manifestó una fuerte vocación científica que lo acompañó toda su vida. En los primeros años del siglo XX la teoría evolucionista contrastaba peligrosamente con la religión, pero Jordan, a pesar de haber adherido un tiempo a las ideas materialistas, volvió finalmente a la fe de sus padres. Curiosamente fue el encuentro con la física cuántica lo que lo “conectó con las ideas de su infancia” (Beyler 1994, 29) para retomar el camino de la religión.

Fue un joven muy entusiasta con respecto a las ideas de su época. Motivado por la posibilidad de los viajes al espacio mediante la propulsión por medio de cohetes, ingresa en la universidad de Hannover donde estudia matemática y física. Luego, pasa a Gotinga y agrega la zoología a sus

estudios. Allí conoce a Max Born, de quien se convierte en asistente de investigación, y a otros grandes científicos de su tiempo como Heisenberg, Pauli y Oppenheimer. El 1925 elabora la mecánica de matrices trabajando junto a Heisenberg para Born. Fue, sin lugar a duda, una gran contribución al formalismo de la física cuántica.

Los años del nazismo y la segunda guerra mundial fueron muy difíciles para él, como no podía haber sido de otro modo. En efecto, sus ideas políticas y sus intereses personales entraron en confusión. Desde la política se inclinaban hacia el conservadurismo y el nacionalismo, motivo por el cual se afilió al partido nazi en 1933, aunque nunca comulgó con el antisemitismo de Hitler y mucho menos cuando este llevó a algunos físicos a rechazar todas las ideas científicas elaboradas por los científicos judíos. Era un hombre de personalidad apacible pero firme, aunque algo insegura. El afán de preservar los valores nacionales y vigilar por el bien de su patria, especialmente el de evitar que caiga bajo el yugo comunista, fue su divisa.

En virtud de estos ideales optó muchas veces, prefiriendo la política y la divulgación científica antes que el mundo académico en el que solo podría mostrar sus aportes y su cosmovisión a un puñado de entendidos. Su misión no fue sólo “hacer cultura” –aunque bien se sabe que hizo sus aportes personales a la ciencia–, más bien fue “llevar cultura”, transmitirla a los alemanes y por ellos al mundo. Su mirada científica no podía acabar en el laboratorio ni en la formulación de las leyes de los fenómenos microfísicos; ni siquiera podía culminar en una teoría más o menos universal. La verdad científica era para él ciertamente la realidad, y no formaba junto a la política, la vida privada y el arte, compartimentos estancos. La ciencia versa sobre la realidad misma y por eso debía traspasar las fronteras de la academia y llegar a las masas. Ese fue sin duda uno de los objetivos principales de su vida.

En el año 1971 se retira de la docencia, y muere en Hamburgo el día 31 de julio de 1980.

2. Noción de religión

Para empezar, es necesario aclarar qué se entiende por religión, o qué es específicamente lo que Jordan entiende por religión en el contexto de la

presente discusión. Jordan evita posicionarse desde una perspectiva religiosa determinada, aunque afirma explícitamente su condición de cristiano (sin especificar el credo cristiano al que pertenece²).

[...], el cambio que la caída de los dogmas fundamentales del materialismo trajó consigo, fue para mí algo gozoso y liberador; y esto debido al hecho sencillo de que soy cristiano bautizado y me sigo tomando en serio, hoy también, esta realidad (Jordan 1978, 12).

Más allá de ser cristiano, en sus escritos su intención es claramente evitar tomar una posición al respecto. Por eso, cuando habla de religión, entiende algo así como un *espíritu religioso* o lo que se suele llamar *espiritualidad*. Pero no se trata de una *espiritualidad* entendida al modo racionalista, expresada en términos kantianos como *religión dentro de los límites de la mera razón*. Tampoco es meramente una forma de vivir con uno y con el prójimo. No se reduce a la vivencia de ciertos sentimientos morales y altruistas. No es eso.

El verdadero hombre religioso cree en una realidad concreta, dialoga con ella y ajusta su libertad a sus designios. La verdadera religión promueve el diálogo y el encuentro con la divinidad por eso sólo existe donde hay culto. El culto es el modo en que el hombre se relaciona con Dios.

Hay religión allí donde se desarrollan acciones culturales: oración y sacrificios. El hombre que toma parte en el culto, el hombre que reza, emite en esta acción un juicio sobre la realidad del mundo; no solo sobre los valores, sino también sobre la estructura de la misma realidad. Pues considerar este tipo de acción como algo con sentido –y no como algo insensato o supersticioso– exige por

² Sin precisar si es católico o protestante, sus opiniones acerca de la Iglesia suelen ser sumamente positivas. Por ejemplo, cuando trata acerca de la publicación de la obra de Copérnico, *De revolutionibus orbium coelestium* dice: Las consecuencias de esta obra sólo afloraron con el correr del tiempo. En primer lugar, se atrajo una denuncia que partió de muchos puntos: es conocida la condena que hizo Lutero de la doctrina copernicana; en el prólogo a una nueva edición de la obra de Ptolomeo, Melanchton se pronunció agríamente contra las «nuevas, malvadas y ateas opiniones» que él veía en las enseñanzas de Copérnico. El campo católico estaba entonces más propicio a admitir las nuevas teorías; además, Copérnico había dedicado su libro al papa Pablo III (Jordan 1972, 51).

necesidad lógica la existencia de sus correspondientes convicciones con respecto al curso y la marcha del devenir mundano (Jordan 1972, 38).

El hombre que reza y pretende vivir “en relación con Dios”, ese hombre considera a Dios como una realidad incluso tan patente como cualquier fenómeno observable de la naturaleza o cualquier verdad matemática. La oración y los sacrificios ofrecidos a Dios tienen sentido si Dios existe porque implican entrar en diálogo con Él, y el diálogo sólo es posible cuando hay dos personas que se encuentran. Por otro lado, ese diálogo es siempre sobre algo, tiene un contenido. Allí el hombre vuelca sus inquietudes, sus miedos y sus alegrías, es decir, su vida entera. Esto significa que el culto exige una visión de Dios que implica mucho más que su mera existencia. En las cosmovisiones religiosas la tesis de la existencia de Dios suele estar acompañada con la afirmación de la inmortalidad del alma humana y del libre albedrío, esto es, que el destino definitivo del hombre no es en este mundo y que gran parte del mismo está en sus manos.

En definitiva, la religión considera que el objeto de culto da sentido a la vida humana y a la naturaleza entera. De aquí que Jordan plantea la relación entre la ciencia y la religión de esta manera:

Por tanto, nuestro estudio se plantea la cuestión de una forma bien definida y delimitada: ¿qué relación existe entre las ciencias naturales y este modo de concebir el mundo que se expresa a través del hombre que toma parte en una acción cultural o que reza? (Jordan 1972, 39).

3. La irreligiosidad en el determinismo

El concepto mecanicista de la naturaleza que se ampara en la mecánica clásica implica, que la naturaleza es un enorme artilugio mecánico, como un reloj, en el que todo movimiento, toda fuerza, y toda la estructura de este universo pueden ser descritas por las leyes de la física tal como era conocida hacia fines del siglo XIX. De este modo, en el universo todo sucede en virtud de movimientos mecánicos causalmente determinados.

Esta naturaleza total [...], concebida como enorme mecanismo, como complicado aparato de relojería (hecho de átomos en lugar de ruedecitas), esta naturaleza total, cuyos átomos en movimiento equivalen a la totalidad de los acontecimientos, está sola consigo misma, predeterminando con sus propias leyes todo movimiento, sin dejar ningún lugar al azar. Imposible que una voluntad divina se inmiscuya en el engranaje de estos movimientos de átomos. No podría influir en el devenir sin entrar en pugna con la determinación de las leyes de la naturaleza (Jordan 1972, 103).

Esta tesis fue sostenida por Pierre-Simon de Laplace a comienzos del siglo XIX. En el universo, de acuerdo con esta doctrina, las cosas están ensambladas de tal manera que “hay que considerar *el estado actual del universo como efecto de su estado precedente y como causa del que lo sucederá*” (Laplace 1947, 8). Así, se encuentra en cada instante aislado del universo la causa necesaria y suficiente del instante inmediatamente posterior, y él mismo es efecto necesario del anterior. En tal mecanismo rige la más estricta causalidad.

La idea de causalidad alcanza aquí el máximo de claridad: lo que pasará en los momentos inmediatamente consecutivos está causalmente determinado por el estado en el cual se presenta el sistema planetario en el momento presente. Y puesto que lo mismo vale para todos los instantes siguientes, lo que resulta es una cadena ininterrumpida de eventos, cada uno de los cuales es a su vez el efecto necesariamente determinado del precedente, y la causa necesariamente determinada del siguiente inmediato. Así, finalmente, el más lejano futuro está predeterminado necesariamente hasta en sus mínimos detalles, por el estado presente (Jordan 1947, 152).

Laplace logró la gran unificación de la concepción mecanicista que fue planteada por primera vez por los atomistas en la antigüedad y desarrollada en la edad moderna al tiempo en que se gestaba la física como ciencia empírica. Galileo y Newton establecieron las bases de la mecánica clásica. Descartes extiende su alcance hasta el reino de la vida, excluyendo de ella al hombre cuya alma escapa a toda cuantificación matemática. De exigir un poco más las ideas del mecanicismo y abarcar con ella al hombre entero se ocupó en el siglo XVIII el médico materialista francés Julien Offray de

La Mettrie³. En su opúsculo *El hombre máquina* sostiene la tesis que tan claramente anuncia su título: el hombre es una máquina. Tan mecánico como los movimientos de los engranajes y resortes de un reloj, son sus intenciones, pensamientos, decisiones, etc.

La naturaleza así concebida, está regida por el más estricto determinismo. Es cierto que esta doctrina no está en abierta contradicción con la existencia de Dios. El mundo del deísmo determinista fue creado por un dios, pero este sólo lo diseñó y lo puso en marcha como una gran maquinaria. Luego, se desentendió de él y lo dejó librado a sus propias leyes naturales.

Según la doctrina del deísmo el mundo creado ha de ser considerado como un mecanismo que funciona con una determinación inviolable, absoluta; pero igual que todo reloj supone un relojero, también el ingenioso mecanismo de la naturaleza ha sido llamado a la existencia por un creador que, con un cálculo perfecto, ha señalado su suerte a todos los seres creados. Después de la creación de este aparato de relojería, el relojero renuncia a toda intromisión ulterior que suponga cambios, abandonándolo a su curso propio, que está determinado por las leyes ínsitas en él (Jordan 1972, 103-104).

Si la religión entiende que existen muchos canales de comunicación entre Dios y su creación, el deísmo corta todos esos canales, salvo uno, el primero en el tiempo, el momento del diseño y la formación del universo. Sin embargo, una vieja idea formulada por Giordano Bruno durante el renacimiento que tuvo una fuerte influencia en el siglo XIX acabó con ese último canal. Se trata de la infinitud temporal y espacial del universo. Por eso dice Jordan que “el subterfugio deísta fracasa tan pronto como le planteamos la cuestión de *cuándo* el relojero fabricó el reloj. Pues tan pronto como admitamos la concepción de Giordano Bruno acerca de la duración eterna del universo [...], tendremos que renunciar a encontrar en cualquier momento inicial del

³ La Mettrie no es, en realidad, un exponente del mecanicismo a pesar de su clara influencia cartesiana, sino que pertenece a la corriente hilozoista. Estos negaban la posibilidad de desentrañar la esencia de la materia, mientras que aquellos la suponían perfectamente definible. No obstante, la idea de dar una explicación exhaustiva del ser humano en términos mecánicos es la que pretendo destacar aquí dejando de lado la cuestión metafísica sobre la esencia de la materia.

pasado el supuesto fenómeno de la creación como producción del mecanismo universal, abandonado después a su propia suerte; [...]; es decir, que no se dio *nunca*” (Jordan 1972, 104).

Por eso, en tanto que la religión sea una respuesta dialógica frente a Dios, es difícil imaginar cómo puede darse en un universo completamente determinista. En efecto, por un lado, la concepción determinista del mundo excluye claramente la posibilidad del libre albedrío. “¿Qué puede significar «voluntad libre» en un reloj de bolsillo o en una dinamo? Si el hombre es una máquina, si está sometido a una determinación absoluta, ya no se puede hablar de libre albedrío” (Jordan 1972, 115). Por otro lado, bajo estos supuestos Dios se vuelve una hipótesis innecesaria para explicar el universo. Todo lo necesario para que haya religión habría quedado descartado.

La interpretación del hombre como máquina, como robot, anula todo lo que, desde la perspectiva de una concepción religiosa, se había dicho sobre el hombre: todo ello ha de ser tachado, eliminado como error, superstición, necesidad o como engendro espiritual de los engañosos manejos de un clero dominador y ambicioso. Si el hombre vivo es una máquina, Dios no solamente se ha quedado sin trabajo y sin casa, sino que además carece de sentido (Jordan 1972, 115).

4. Crítica de la mecánica cuántica al determinismo del siglo XIX

Para comprender mejor la crítica de la nueva mecánica cuántica a la mecánica clásica conviene entender la naturaleza de las leyes físicas tal como se comprendían hacia finales del siglo XIX. Y la manera más lúcida de ver esta naturaleza es atender al proceso de formación de estas leyes.

En un laboratorio, un físico realiza una experiencia para determinar el comportamiento de los gases. Por medio de un pistón aumenta o disminuye la presión sobre una masa de aire encerrada en un recipiente y mantenida a temperatura constante. Cada vez que mide la presión, mide también el volumen correspondiente. Cada observación le proporciona una pareja de números: uno indica la presión y otro el volumen.

El experimentador advierte pronto la existencia de una relación entre la presión y el volumen: a medida que los números que designan la presión aumentan, los que designan el volumen disminuyen. Si la presión se duplica, el volumen se reduce a la mitad; si la presión se triplica, el volumen se reduce a un tercio, y así sucesivamente. El físico se ayuda entonces con una representación gráfica. Coloca dos ejes rectangulares en un plano y marca sobre uno de los valores de P , y sobre el otro los valores de V , uniendo en un punto cada par de valores de P y de V .

El físico formula seguidamente la hipótesis o suposición de que un continuo proporciona, acerca del comportamiento de un gas, una descripción más simple y más útil que la que le dan los puntos separados. Supone, pues, que una línea reemplazaría ventajosamente a la serie discreta de los puntos obtenidos a lo largo del experimento. Llega así a trazar la línea más regular posible para unir todos los puntos. Podría, no obstante, dibujar un número indefinido de curvas que pasaran por todos los puntos, algunas de las cuales parecerían extrañas y singulares. Entre todas las curvas posibles, escoge la que le parece más simple: cree que una curva dotada de esta cualidad proporciona una mejor descripción del comportamiento del gas (Simard 1961, 127–128)

Este es el motivo por el cual se dice que el físico clásico consideraba que en el universo todo sucede paso a paso, respetando la más rígida continuidad y de la manera más sencilla posible. El formalismo matemático del que se valieron los científicos para expresar estas leyes fueron las ecuaciones diferenciales. Ellas expresan claramente esta variabilidad paso a paso, milímetro a milímetro de cantidades grandes compuestas de otras de menor tamaño pero que se pueden dividir *ad infinitum* en partes más pequeñas aún.

De eso se trataba básicamente el cálculo infinitesimal creado por Leibniz y, de allí también, su utilidad para la descripción de los fenómenos físicos observables.

Nada se hace de golpe, y una de mis máximas fundamentales y más confirmadas es que la naturaleza nunca da saltos: cuando hablaba de ella en las primeras *Nouvelles de la République des lettres*, la denominaba Ley de Continuidad, y dicha ley tiene un uso considerable en Física: establece que siempre se pasa de lo pequeño a lo grande, y viceversa, a través de lo intermedio, tanto en los grados como en las partes, y que un movimiento nunca nace inmediatamente del reposo,

ni se reduce a él, sino por medio de un movimiento más pequeño, al modo en que nunca se acaba de recorrer una línea o longitud sin haber recorrido antes una línea más pequeña; [...] (Leibniz 1983, 49).

La *ley de continuidad* es una suerte de condición básica de la naturaleza, algo así como un primer principio o, si se prefiere el lenguaje kantiano, una condición de posibilidad del conocimiento de la naturaleza. Por eso, el cálculo diferencial fue la herramienta que se utilizó desde la época de Newton y Leibniz, pues expresaban muy bien la idea de una naturaleza simple y continua.

La idea de continuidad, que logró su forma matemática con el cálculo diferencial, es una idea decisiva por lo que a la comprensión clara de los fenómenos cinéticos se refiere. Hay que apresurarse a declarar que esta continuidad de los acaeceres naturales – *natura non facit saltus* – resultaba ya patente en el hecho elemental de que fuera posible hablar, en general, de la “trayectoria” definida de un cuerpo en movimiento. Un cuerpo no puede ir de un lugar a otro en forma intermitente, desapareciendo de pronto aquí surgiendo de nuevo allá; tiene que describir una trayectoria continua que conecte los dos puntos. [...] Mientras sigamos al nivel de la macrofísica podemos estar seguros de que en este dominio el principio de continuidad es válido sin excepción alguna (Jordan 1953, 24).

En el comienzo del siglo XX los físicos penetraron el nivel microfísico del átomo. Al hacerlo pensaban que encontrarían un mundo en todo semejante al cotidiano, pero de dimensiones diminutas. Sin embargo, era totalmente nuevo. En él no se podía hablar de continuidad. Cuando se trata de la energía que un cuerpo le transfiere a otro, se estaba acostumbrado a pensar que esa energía se trasmitía en cantidades continuas, esto es, que un cuerpo podía absorber de otro una cantidad precisa o una parte cualquiera de tal cantidad. Sin embargo, en el mundo cuántico:

El electrón ha de poseer una determinada cantidad mínima de energía para que el átomo pueda absorberla en su sistema interno y, en ese caso, recoge del electrón toda esa energía y nunca sólo una parte. Si la energía cinética del electrón es un poco mayor que este mínimo, el átomo retirará siempre del electrón que

choca con él (si es que retira alguna cantidad) únicamente ese mínimo exacto de energía. Si el electrón posee una energía mayor, el átomo puede absorber en el choque ciertas cantidades mayores (definidas) de energía.

En el sistema macrofísico, el contenido energético es una magnitud que puede variar de modo continuo, pero, en el átomo, ese contenido no es capaz de un cambio continuo. En su lugar, tenemos determinados «niveles de energía» para el átomo (Jordan 1953, 93).

De acuerdo con el estado de la cuestión hacia la primera mitad del siglo XX, el átomo era considerado como un cuerpo que constaba de un núcleo cargado positivamente en torno al cual orbitaban los electrones cargados negativamente. Estos ocupaban una serie de niveles energéticos y podían pasar de un nivel inferior –más cercano al núcleo–, a otro superior –más alejado–, si eventualmente eran “inyectados” con una dosis de energía. Luego, volverían a recuperar su nivel anterior emanando la misma dosis de energía. Lo que descubrieron los físicos fue que la transmisión de energía de un átomo a otro no es continua, de a partes divisibles, sino de a pequeñas cantidades discretas llamadas “cuantos” que tienen una medida proporcional a una constante llamada *constante de Planck*. Durante mucho tiempo se había pensado que la naturaleza no hacía saltos, pero...

un cambio de estado mediante el cual un átomo se desplaza desde uno de sus niveles posibles de energía a otro, representa un proceso elemental discontinuo, un «salto cuántico». ¡La naturaleza sí da saltos! (Jordan 1953, 94).

El descubrimiento de la discontinuidad de la energía puso en jaque la ley leibniziana de la continuidad. Quedaba claro que era preciso barajar y dar de nuevo. La física clásica con sus premisas sobre la naturaleza y el formalismo matemático que la describía no aplicaba para el mundo nuevo que se abría a los ojos de los físicos. Causalidad y continuidad forman una ecuación válida en el mundo macrofísico, pero no en el microfísico.

Cuando intervienen leyes causales necesarias, no pueden surgir discontinuidades; un fenómeno discontinuo, tal como se verifica en la física cuántica, no tolera una formulación de leyes causales. Es cierto que la mecánica cuántica

u ondulatoria trabaja igualmente con ecuaciones diferenciales; pero éstas se refieren a magnitudes de probabilidad, y las probabilidades son, a su vez, magnitudes constantemente mutables. Su significación se aplica a sucesos discontinuos (Jordan 1972, 250).

Desde el punto de vista matemático pareciera haber una similitud entre las ecuaciones utilizadas por la mecánica clásica y aquellas de las que se vale la cuántica. Sin embargo, son esencialmente distintas. Dado que las ecuaciones diferenciales clásicas expresan que los valores de las magnitudes que describen al objeto físico (masa, energía, tiempo, espacio) varían en forma gradual, sin saltos ni discontinuidades, los fenómenos discontinuos que descubre la nueva física hacen imposible la aplicación del cálculo diferencial. Heisenberg había explicado esta imposibilidad en sus relaciones de indeterminación: en el mundo microfísico existen propiedades incompatibles, esto significa que el mayor conocimiento del valor de una magnitud conlleva la mayor indeterminación de otra, de modo tal que el sistema siempre tendrá una cara oculta imposible de determinar a partir de los valores obtenidos.

A pesar de esto, las ecuaciones diferenciales tienen una doble virtud, por un lado, su simplicidad, que en la mecánica clásica había sido más que suficientemente probada, al punto de haber engendrado una cosmovisión; por otro lado, su utilidad práctica que permitió los grandes progresos en las ciencias y la tecnología. Tal es así que algunos físicos no quisieron prescindir de ellas con tanta desafección. Ni de ellas ni de la cosmovisión que estas parecían proponer. Erwin Schrödinger logró conservar el uso de las ecuaciones diferenciales y la descripción determinista en la física cuántica valiéndose de una nueva variable física que se denominó psi (Ψ) y que representaba la evolución temporal de los sistemas microfísicos en forma de ondas continuas más que en forma de partículas discretas (Jordan 1953, 110). Pero esta nueva variable describiría el objeto cuántico siempre que exista para cada magnitud física una pluralidad de valores específicos superpuestos al mismo tiempo. Esto significa que antes de aplicar los instrumentos de medición, el objeto se encuentra en una “superposición de estados”. Si se interpreta esta afirmación se deberá decir que el objeto no se

encuentra en un único lugar sino en varios a la vez, no tiene una cantidad de movimiento específica sino varias al mismo tiempo, etc.

Ahora bien, hacer tal afirmación sería un atentado frontal contra el principio de no-contradicción. ¿Cómo puede un objeto estar en dos o más lugares al mismo tiempo, o tener velocidades angulares diferentes en un mismo sitio? Las cosas sencillamente no pueden ser así. Lo que realmente significa psi, no es que una partícula esté al mismo tiempo aquí, ahí y allí, o que su velocidad tenga este, ese o aquel valor en un mismo momento, sino que, en un instante dado, existan al mismo tiempo una serie de probabilidades de posición, velocidad, y de las restantes variables. La superposición está dada por las diferentes probabilidades para cada variable, y, la ecuación diferencial ondulatoria de Schrödinger expresaría la evolución determinista de estados posibles, más que reales.

Lo curioso del caso es la necesidad de un acto de observación por parte de algún sujeto para que esas potencialidades se actualicen. Cuando un observador, mediante un dispositivo experimental, realiza una medición con el fin de encontrar la posición, la velocidad o cualquiera de estas propiedades, la superposición de estados posibles se desvanece, se concreta uno preciso, se actualiza una de todas las probabilidades, y la ecuación pierde su sentido. Esto es lo que se denominó el “colapso de la función de onda”. La ecuación sirve únicamente para dar una pista de dónde se encontrará la partícula. Devuelve valores estadísticos para las variables que describen a los objetos microfísicos. Esto significa que en cada experimento aislado pueden hacerse predicciones más o menos ciertas de acuerdo con los valores de probabilidad que designe la ecuación de Schrödinger. Esta predicción única para un único experimento posee la inseguridad que implica la estadística. Pero si se realizaran un millón de experiencias, se observaría con precisión la distribución de valores probables que la ecuación postulaba previamente al colapso.

Se trata, entonces, de conservar el uso de ecuaciones diferenciales y al mismo tiempo admitir discontinuidades en la naturaleza. Para lograr esta conciliación el físico razona de la siguiente manera:

Imagínese una compañía de seguros de vida⁴. Su director puede prever de acuerdo con una tabla de mortalidad cuántos asegurados van a morir en un año, siempre suponiendo que las condiciones serán las de todos los días y no habrá ninguna catástrofe natural ni una guerra o nada que pueda tergiversar abruptamente los números. La fiabilidad de las tasas de mortalidad hace que el director en cuestión pueda realizar sus predicciones con seguridad y que la compañía aseguradora lleve su negocio rentablemente.

Si alguno de sus clientes –un tanto obsesionado por la muerte– se acercara a preguntarle con temor si él sobrevivirá el próximo año, el director no podría darle una respuesta tranquilizadora. Ese dato no aparece en las tablas. Estas sólo versan sobre datos estadísticos generales y no sobre casos particulares.

Algo similar ocurre en el mundo microfísico. El radio (Ra) es un elemento sumamente inestable, esto significa que en estado natural se va degradando espontáneamente, de hecho, lleva su nombre por irradiar partículas. Se desintegra produciendo un átomo de radón (Rn) y otro de helio (He). Se sabe que una muestra de radio tiene un período medio de desintegración de alrededor de 1600 años. Este es un dato cierto, pero tal como ocurre con la compañía aseguradora: no es posible saber a ciencia cierta cuánto tardará en descomponerse un único átomo de este elemento ni en qué momento preciso lo hará.

Sin embargo, hay una crucial diferencia entre el director de la compañía y el científico que observa y mide el decaimiento de la muestra de radio: el director, eventualmente, podría arriesgar una fecha probable de muerte de algún cliente si este se encontrara afectado por una enfermedad terminal o si estuviera en el rango más alto de edad, o por alguna otra causa objetiva y observable de debilidad y muerte; el científico, en cambio, es incapaz de observar tal cosa.

El carácter más o menos precoz o tardío de la desintegración de uno o de otro de los átomos de radio no reposa sobre ninguna semejanza existente desde

⁴ Aquí expongo una comparación que hace Jordan en *El hombre de ciencia ante el problema religioso* 1972, 183.

ahora entre estos dos átomos (siendo uno quizás “más viejo” o “más joven”): nos encontramos simplemente, en este caso, delante de una deficiencia de nuestras nociones habituales de objetividad causal, de causalidad. No hay ninguna causa, identificable al momento presente, de que los dos átomos se comporten diferentemente en lo sucesivo (Jordan 1947, 37-38)⁵.

Entre dos átomos de radio no hay nada que los distinga hasta el momento de la desintegración de uno de ellos. “En el estado objetivo de un núcleo atómico de radio no hay nada que pueda causar su desintegración en un momento determinado. Dos átomos de radio son ahora completamente iguales y, sin embargo, su comportamiento futuro será distinto: uno se desintegrará antes y otro después” (Jordan 1972, 182). Esta situación confirma que los valores que sirven a las ecuaciones diferenciales no son valores puntuales y unívocos, sino valores estadísticos que no permiten realizar ningún tipo de predicción acerca de un caso particular.

La incertidumbre en la predictibilidad de los fenómenos microfísicos sumada a la ausencia de continuidad en el devenir de estos hechos pone en entredicho el concepto de causalidad sobre el que se apoyaba el determinismo de la física clásica. La imagen de la naturaleza que había forjado la mecánica clásica debió ser replanteada, pues los fenómenos atómicos no se ajustaban a sus leyes.

La imagen científico-natural que se ilustra de este modo está en plena bancarrota gracias a la nueva física. Sabemos ya que no es posible hablar, realmente, de una causalidad que determinara previsiblemente todos los fenómenos atómicos. Y si esta causalidad y previsibilidad se da todavía en el sistema planetario, en la microfísica de los átomos y de los *quanta* ocurre algo imprevisiblemente nuevo (Jordan 1953, 136).

La novedad a la que hace referencia aquí Jordan es la novedad que implica lo que es imprevisible e indeterminado. Una naturaleza indeterminada no

⁵ Agradezco a Juan Francisco Franck por haberme ayudado con la traducción de los textos de esta obra.

está pues constreñida en el rígido corsé de la causalidad física, principio supremo de la cosmovisión clásica.

En todos los saltos cuánticos de los cuales está constituido todo el fenómeno atómico, se constata el mismo relajamiento del principio de causalidad que en la desintegración del radio. Es imposible considerar un salto cuántico aislado como el resultado necesario de una causa determinada preexistente, que pueda ser identificada previamente y que de ese modo permitiera predecir cuándo se producirá ese salto (Jordan 1947, 38).

Esta novedad ocurre en los fenómenos cuánticos tomados aisladamente, es decir, de uno en uno, y en cada uno de ellos es imposible determinar su destino más allá de las posibilidades establecidas por las estadísticas.

La teoría cuántica de los campos ondulatorios, desarrollo posterior de la teoría de Planck, ha demostrado que la existencia de partículas elementales es también consecuencia de la existencia fundamental de procesos indivisibles: los saltos cuánticos. Y para éstos sólo hay una predeterminación estadística: el aspecto de una legislación natural, que predeterminará necesariamente saltos cuánticos individuales, no es ni siquiera imaginable. Es cierto que para un conjunto de átomos radioactivos iguales puede establecerse una predicción necesaria de su desintegración en múltiples fisiones discontinuas. Pero un único átomo radioactivo es fundamentalmente imposible predecir el momento de su desintegración. Esto llevó a Heisenberg a proclamar la definitiva refutación por la física cuántica del principio de causalidad (Jordan 1978, 61).

Esta “definitiva refutación del principio de causalidad” llevó a Jordan a acuñar el término “acausalidad” para referirse a los fenómenos cuánticos. “Acausalidad” significa indeterminación, impredecibilidad y contingencia por falta de sujeción a las leyes de la mecánica clásica.

De esta manera, la física cuántica derribó los pilares que había establecido el determinismo para la naturaleza. Según Jordan la mecánica no es suficiente para elaborar una explicación exhaustiva del universo, los fenómenos cuánticos escapan al análisis matemático propio de esta disciplina, y, por ende, hay un dominio en el que no se aplica la causalidad

macrofísica. Ese es el mundo microfísico con sus movimientos indeterminados e impredecibles.

5. La doble negación

La mecánica de Newton y el determinismo dieron a la mentalidad racionalista del iluminismo motivos más que suficientes para cerrar filas frente a la religión desprovéyéndola de toda objetividad y valor cognoscitivo. Así, pues, sólo quedaban dos opciones si uno pretendía ser un científico serio. O se la combatía como a un producto de culturas milenarias que debían ser superadas por la razón y el saber positivo; o, en el mejor de los casos, se la relegaba al plano personal y subjetivo evitando a toda costa que la ciencia se “contamine” con afirmaciones de índole teológicas. A esta última actitud frente a la religión Jordan denominó “asepsia”. Parecía que en la primera mitad del siglo XX los científicos prefirieron conservar la ciencia en un ámbito “aséptico”, apartado de la contaminación de la religión y de otras pseudo-ciencias como la metafísica.

Así, la concepción determinista logró montar una muralla protectora contra toda forma de religión con los ladrillos de la física clásica. “La negación que de lo religioso implicaban las viejas concepciones del mundo, se refería indiferentemente a cualquier forma de religión posible: cristiana, judía, islámica, asiática y otras formas conocidas sólo a través de la etnología” (Jordan 1978, 13). Recuérdese que según Jordan existe “religión” donde hay culto y eso es, precisamente, lo que intenta excluir el materialismo.

Sin embargo, el indeterminismo cuántico puso en evidencia que la vieja mecánica clásica no era suficiente para explicar la naturaleza, y que por ende esta naturaleza que en su superficie se mostraba causalmente rígida y determinista era, en su corazón, laxa e indeterminista y tan impredecible como la misma libertad humana. Así como la física debía replantear sus premisas para el mundo microfísico, el mundo debía también cuestionar las consecuencias filosóficas que de aquella física se habían extraído en lo que respecta al dialogo entre ciencia y religión.

Ese muro, levantado por la filosofía materialista ayudada por la antigua ciencia, excluye al pensador científico del dominio espiritual de la fe religiosa. Pero la moderna ciencia, al debilitar los presupuestos científicos de la filosofía materialista, ha dejado a un lado ese muro (Jordan 1972, 17).

La negación que realiza la física cuántica alcanza únicamente al viejo materialismo, pero “es obvio, [...], que a través del rechazo de las antiguas hipótesis materialistas se llega sólo y nada más que a una doble negación: se niega el materialismo antiguo, y se niega la negación de la religión que éste implicaba” (Jordan 1978, 12). Es claro que una doble negación no es una afirmación. Demostrar que la refutación de una tesis estaba equivocada no significa demostrar fehacientemente la verdad de la tesis refutada. Antes bien, implicaría que hay que retomar esa tesis como una posible verdad.

La diferencia entre las viejas concepciones y las nuevas no consiste en que el Dios negado por el materialismo determinista sea ahora afirmado o demostrado como real por la nueva física, sino que, en lo que concierne a la fe religiosa, la nueva física ha hecho una doble negación: ha probado que son erróneas aquellas concepciones de la vieja ciencia que habían sido aducidas antes como pruebas en contra de la existencia de Dios.

La doble negación no supone una afirmación, pero deja abierta la posibilidad lógica de la afirmación, mientras que el antiguo determinismo le había cerrado expresamente todas las puertas. La doble negación nos permite ser creyentes religiosos, sin que tengamos que renunciar a la capacidad cognoscitiva que supone para el hombre la investigación científica. Pero no nos obliga a ello con fuerza lógica: nos deja en libertad de tomar una decisión personal frente a la fe (Jordan 1972, 199).

Conclusión

La fe consiste en una “decisión personal” que se manifiesta en el culto. Su carácter de “personal” se pone de relieve en el momento en que se entienden los motivos de esa decisión. La primera razón por la cual una persona decide algo es porque ve en ello una verdad. La verdad en este sentido es objeto tanto de la religión como de la ciencia, “lo que buscamos, en la ciencia, son

teorías verdaderas – enunciados verdaderos, descripciones verdaderas de ciertas propiedades estructurales del mundo en que vivimos. Estas teorías y sistemas de enunciados pueden tener su utilidad instrumental, pero lo que buscamos en ciencia no es tanto la utilidad como la *verdad, la aproximación a la verdad y el entendimiento* (Popper 1967, 11-12)⁶.

Aun en la elaboración de teorías explicativas el científico actúa *como si* lo que postulara fuera verdadero, *como si* los datos empíricos se basaran realmente en tal teoría. Por eso el debate entre ciencia y religión existe donde se tiene bien claro en ambas disciplinas que sobre lo que se trata todo, en última instancia, es sobre la verdad. Pero, en tanto y en cuanto lo que se busque sea la verdad, tanto desde el punto de vista religioso como del científico, conviene hablar más de diálogo que de “debate”. Por eso, mediante la doble negación Jordan pretende restaurar un diálogo que se había perdido a fines del siglo XIX y cuya pérdida seguía siendo promovida por ciertos sectores de la ciencia en el siglo XX.

Jordan habla siempre en clave realista. Las entidades postuladas por la teoría cuántica son para él realidades patentes, y su condición de acausales también. Es precisamente esta realidad la que pone en jaque al realismo científicista ateo de ciertos exponentes de la ciencia del siglo XIX (Laplace, Haeckel, etc.). Es posible que la “doble negación” de Jordan no tenga el mérito de dar una respuesta precisa y concreta al problema religioso, pero tiene la gran virtud de obligar al científico a tomar partido, a tomar su propia “decisión personal”. Si opta por el realismo de la ciencia, deberá afrontar la pregunta acerca del determinismo o indeterminismo en la naturaleza, la cual lo enfrenta al problema religioso. Y deberá, tarde o temprano, dialogar con la religión. Podrá, por otro lado, admitir el anti-realismo, pero en ese caso, no tendría por qué rechazar la religión bajo la bandera de la ciencia.

⁶ “What we are seeking, in science, are *true theories* – true statements, true descriptions of certain structural properties of the world we live in. These theories or systems of statements may have their instrumental use; yet what we are seeking in science is not so much usefulness as *truth; approximation to truth; and understanding*”.

Bibliografía

- Beyler, Richard Henry. 1994. *From Positivism to Organicism: Pascual Jordan's interpretations of modern physics in cultural context*. Tesis doctoral, Department of the History of Science, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, Massachusetts: University Microfilms International, 585.
- García Junceda, Antonio. 1985. „Dialécticos y Teólogos: ámbitos de suficiencia de la razón.” *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía*, 173–238.
- Jordan, Pascual. 1978. *Creación y misterio*. Pamplona: Eunsa.
- Jordan, Pascual. 1947. *Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens*. Fünfte Auflage. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn.
- Jordan, Pascual. 1972. *El hombre de ciencia ante el problema religioso*. Translated by Daniel Romero. Madrid: Guadarrama.
- Jordan, Pascual. 1953. *La Física en el siglo XX*. 2da ed. Translated by Eugenio Imaz. México: F.C.E.
- La Mettrie, Julien Offray de. 1962. *El hombre máquina*. 2da edición. Translated by Ángel J. Capelletti. Buenos Aires: EUDEBA.
- Laplace, Pierre-Simon. 1947. *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*. Translated by Alfredo B. Besio and José Banfi. Buenos Aires: Espasa-Calpe.
- Leibniz, Gottfried W. 1983. *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*. 2da edición. Edited by J. Echeverría Ezponda. Madrid: Editora Nacional.
- Popper, Karl R. 1967. *Quantum Mechanics without “The Observer”*. Vol. II, chap. 1 in *Quantum Theory and Reality*, edited by Mario Bunge, 7–44. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag.
- Russell, Colin A. 2000. “The Conflict of Science and Religion.” In *The History of Science and Religion in the Western Tradition: An Encyclopedia*, by AAVV, edited by Gary B. Ferngren, Edward J. Larson, Darrel W. Amundsen and Anne-Marie E. Nakhla, 12–17. New York & London: Garland Publishing, Inc.
- Simard, Emile. 1961. *Naturaleza y alcance del método científico*. Translated by Salvador Caballero Sanchez. Madrid: Gredos.