

Roberto Bravo

SOBRE LA CONSISTENCIA LOGICA EN LAS CIENCIAS FACTICAS

a Benjamín Sánchez

I

En la reconstrucción racional del desarrollo de la ciencia existen dos métodos complementarios que recurren a principios de análisis virtualmente opuestos: el llamado "contexto de justificación", que aspira a una visión comprensiva de la ciencia dentro de esquemas de desarrollo lógico, y el llamado "contexto de descubrimiento", que intenta presentar su proceso evolutivo en referencia a parámetros históricos y sociales. Trataré de exponer aquí una vinculación de ambos enfoques a través de una exigencia metodológica común: la de consistencia de las teorías científicas, que opera no sólo en el ámbito formal, sino igualmente en el de las ciencias experimentales.

Dentro del contexto de justificación cobra especial importancia la axiomatización de las teorías científicas. Ella consiste en la elaboración de sistemas axiomáticos que den cuenta de las propiedades de la teoría entendida como *modelo* del sistema (es decir, como interpretación de los símbolos del sistema lógico en la que todo teorema del mismo sea verdadero). Esto permite la sistematización de las propiedades formales de la teoría, pudiendo llegar a evidenciar algunas aún no advertidas (salvo, claro está que tales propiedades del sistema formal *no* se verifiquen en la interpretación, con lo que la teoría dejaría de ser un modelo *strictu sensu*; se podría hablar todavía, como efectivamente se hace, de modelos parciales).

Uno de los requisitos de toda teoría científica para su axiomatización es el de consistencia. De hecho, la axiomatización

completa de una teoría es prueba de su consistencia, ya que el sistema lógico-formal del cual la teoría es modelo es, por construcción, consistente. Si la teoría no es consistente, el sistema axiomático correspondiente deberá reflejar esa condición; pero la inconsistencia de un sistema formal tiene la consecuencia desastrosa de su trivialización y, por tanto, de la inutilidad de la teoría modelo del sistema como instrumento cognitivo: cualquier fórmula bien formada del sistema será teorema del mismo, lo que conlleva que toda proposición expresada en términos de la teoría sea verdadera.

En efecto, la inclusión de una contradicción: $p \cdot p$, en un sistema formal tiene como consecuencia la validez de cualquier enunciado q , junto con su negación. Así (partiendo de la caracterización usual de los conectivos proposicionales en función de valores veritativos), para todos p, q :

$$p \cdot p \rightarrow q$$

$$1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1$$

$$0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0$$

┌───┐
└───┘

Esto impide arribar, en el sistema formal y en la teoría científica modelo del mismo, a un enunciado particular con exclusión de otros (es decir, obtener conocimiento de *alguna* consecuencia de los axiomas del sistema), lo que trivializa el sistema e invalida la teoría, ya que cualquier cosa que se diga a partir de sus premisas tendrá igual validez.

Asistimos aquí, vía teoría de modelos, a una interesante conexión entre los sistemas formales y las teorías científicas de contenido empírico: lo que en el plano formal constituye un requisito metodológico (la consistencia) deviene, en su proyección al plano teórico-experimental, en una exigencia epistemológica: es la condición básica de utilidad cognitiva de toda teoría científica. El incumplimiento de este requisito metodológico en el ámbito formal, es decir, la inconsistencia del sistema, comporta la irrelevancia cognitiva de la teoría científica experimental modelo del mismo.

Esta situación parece establecer una condicionalidad de las teorías científicas de contenido empírico al requisito de consistencia, que es una propiedad formal. Con lo que el contexto de justificación sería preeminente, metodológicamente hablando, sobre el contexto de descubrimiento. Intentaré mostrar que esto último no es así, sino que, por el contrario, son las relaciones empíricas discernibles en el dominio de interpretación de la teoría las que han determinado y determinan los principios metodológicos del contexto de justificación. Es más: las condiciones empíricas del contexto de descubrimiento no sólo justifican la aplicación del requisito de consistencia en las ciencias fácticas, sino que determinan la elección de ese mismo requisito como criterio de validez de las propias ciencias formales. Para ello no recurriré a la controversia situación actual de la mecánica cuántica, cuya axiomatización parece exigir, para algunos, la aplicación de un sistema formal inconsistente o "probabilísticamente inconsistente", sino a un expediente más elemental: una revisión del concepto de contradicción en las ciencias fácticas y en la lógica.

II

En las ciencias fácticas, que tratan, a diferencia de las formales, de cuestiones *de hecho*, el requisito de validez observacional o *condiciones empíricas de verdad* es la comprobación experimental de los enunciados (otro problema son las dificultades que se planteen a la hora de establecer cómo llevar a cabo una observación, o la aplicación del criterio particular de verificación, contrastación, etc., que se acoja). Curiosamente esta concepción, nacida del empirismo, impone una importante precondition formal al plano experimental: cuando existen dos procedimientos de medición de una misma magnitud, se postula que ambas operaciones deben producir un mismo resultado; si se dispone de varios métodos de observación de un hecho, todos deben coincidir en una descripción coherente... En una palabra, se exige consistencia al ámbito de la experiencia; se supone que una misma realidad no puede ser contradictoria. Pero, dado que la teoría científica (ya sea en su versión enunciativa o estructuralista) se propone, en términos generales, como instrumentos cognoscitivo aplicable a un cierto número de situaciones pertenecientes a un dominio experimental, la consistencia, que es condición de validez de una ciencia formal es aquí, en principio,

irrelevante: el mundo de la experiencia podría ser contradictorio. No hay razón discernible, empíricamente hablando, para que el mundo *deba* comportarse consistentemente o por la cual la experiencia deba conformarse a nuestras exigencias en el plano formal (a menos que uno sea Leibniz, o Kant). Suele señalarse que, de ser contradictoria la experiencia, no habría posibilidad para la ciencia, ya que ésta, reducida a su mínima expresión, consiste en la descripción (y predicción) de hechos, y, si éstos fuesen contradictorias, no sabríamos a qué atenernos. Pero esta lamentable (?) consecuencia no prueba la necesidad metafísica de que el mundo sea consistente, aunque ilustra la disposición psicológica a creerlo.

Podemos responder, dentro del más puro empirismo, que si el mundo fuese contradictorio nos atenderíamos a las consecuencias de su contradictoriedad; pero éste, como sabemos por experiencia, no es el caso. Si un objeto cae, entonces es falso que no cae, *en el mismo instante y para el mismo observador* (repárese en la acotación: en un tiempo se pensó que la caída de un cuerpo tenía un valor absoluto, y habría parecido *ilógico* negarlo). Si usted, lector, lee esta página, entonces no es verdad que no la lee, en el momento mismo en que lo hace. Y esta no contradicción de los hechos (estrictamente hablando, de las proposiciones que representan hechos), manteniéndose constante en el tiempo, es lo que permite su predicción, y la posibilidad de la ciencia. El físico puede determinar dónde caerá un proyectil conociendo el ángulo de lanzamiento y su velocidad inicial, así como otros factores relevantes, basado en la descripción que obtuvo en el pasado y que espera se mantenga en el futuro.

Esta regularidad de la consistencia es la que ha hecho posible la ciencia fáctica, tal como ha sido construida. Y es obviamente la observación de la consistencia en el ámbito de la experiencia la que ha llevado a la adopción del principio de no contradicción aplicable a los enunciados científicos: exigimos que la formulación del sistema de la ciencia no sea contradictoria porque sabemos -creemos saber- que la experiencia no lo es. Desde luego, la situación no es tan simple: la inconsistencia no sólo es rechazada por no corresponder con la observación de los hechos; en caso de aparecer ocasionalmente o dentro de ciertos dominios restringidos de experiencia sería igualmente,

probablemente, rechazada por no representar la normalidad (estadística) del acontecer empírico. Esto lleva a plantear la consistencia de los hechos de experiencia dentro del problema más general de la inducción, desembocando en una concepción probabilística de la consistencia factual. Precisamente la aparición de ese tipo de irregularidades en el campo de la mecánica cuántica es lo que ha motivado su revisión, incluyendo la propuesta de utilización de lógicas no clásicas -inclusive *no consistentes*- para su representación formal.

III

En el terreno formal, la situación aparece distinta a primera vista. Desconectado de la experiencia, el requisito de consistencia suele formularse simplemente como condición de la validez del sistema, entendido como cálculo. Sin embargo, esta condición formal se apoya con frecuencia en consideraciones extralógicas. Así, se define una fórmula lógicamente válida ϕ como aquella que es verdadera en toda interpretación (o que no necesita derivar de los axiomas del sistema ($\emptyset \models \phi$), precisamente porque será satisfecha en toda interpretación). Lukasiewicz, por ejemplo, uno de los creadores de las lógicas polivalentes, sostiene que la condición de consistencia y ciertas reglas de inferencia, como la regla de sustitución y el *modus ponens* son verdades absolutas (*sic*) que deben preservarse en todos los sistemas lógicos, a los que dan, precisamente, sentido, entendiéndolo por ello representabilidad del "mundo real". En esto no hace más que proseguir una larga tradición: la condición de consistencia no ha sido considerada, históricamente, un requisito formal estipulado por convención para los fines de cálculo, sino una "verdad necesaria", un "principio de razón", o una "ley metafísica" o del "pensamiento". Para Aristóteles los principios lógicos representaban "verdades necesarias del ente" (los principios aristotélicos de identidad y no contradicción expresan, precisamente, la condición de consistencia). Según Leibniz, las verdades lógicas eran aquellas necesariamente verdaderas "en todos los mundos posibles". Aun Boole, a pesar de su aporte a la concepción de la lógica como cálculo, pensaba que ésta expresaba las "leyes del pensamiento". Y Wittgenstein, afirmando que no podemos pensar nada contrario a las leyes de la lógica, sostenía que la "forma lógica" refleja (*muestra*) la "estructura del mundo".

La referencia extralógica (metafísica o experiencial) que explícitamente declaran estos autores remite la fundamentación de sus respectivos sistemas formales a supuestas verdades que los anteceden o trascienden. Salvando las diferencias existentes entre la metafísica (o teología) y el mundo de la experiencia, en la medida en que la demarcación entre estos ámbitos es irrelevante para su caracterización extralógica, podemos afirmar que la elaboración de esos sistemas formales ha obedecido las condiciones del contexto de descubrimiento. Cuando, por otra parte, se ha partido de criterios más estrictamente formales (en el sentido de más alejados de justificación externa al ámbito formal) para la construcción de sistemas lógicos o matemáticos, el efecto ha sido generalmente de rechazo o descrédito de los resultados: recuérdense las dificultades de aceptación con que tropezaron nuevas ramas de la matemática (los cuaterniones de Hamilton o las geometrías no euclídeas, por ejemplo) porque en el momento de su formulación no parecían representar verdades de experiencia o de razón; siendo finalmente el descubrimiento de dominios de aplicación empírica de esos sistemas lo que determinó su incorporación al *corpus* reconocido de la ciencia. Es obvio que, al menos históricamente, la plena aceptación de un sistema formal ha sido siempre decidida por las condiciones fácticas del contexto de descubrimiento.

Sólo en fecha muy reciente ha tomado forma el criterio de que la construcción de sistemas formales no requiere de justificaciones extralógicas, ya que su validez depende exclusivamente de consideraciones axiomáticas, a la manera de cálculo no interpretado. Pero la definición de la condición de consistencia como requisito puramente formal para impedir la trivialización del sistema (véase parte I) deja entrever una posible fundamentación ajena al plano formal, dado que esa consecuencia podría evitarse mediante una definición adecuada de los relatores lógicos dentro del propio sistema. Así, $p \cdot p$ podría ser un axioma definiendo convenientemente los conectivos lógicos o estableciendo las restricciones necesarias para que la inclusión de la contradicción no comporte la trivialización del sistema formal. Pero, como dice Quine, la aceptación de $p \cdot p$ como algo diferente de una expresión que implica cualquier otra (lo que precisamente resulta de la caracterización usual de los relatores lógicos) es sólomente "teoría sin interpretar, álgebra abstracta". Por lo que la lógica tiene también, para

este autor, una referencia extralógica: en este caso la representación de un dominio de experiencia.

Precisamente Quine, en sus consideraciones sobre el concepto de analiticidad, define el enunciado analítico lógicamente verdadero de la forma $\sim(\exists x) \mid C(x) \cdot \sim C(x)$, o $(\forall x): C(x) \rightarrow \sim C(x)$ (tipificado por el ejemplo 'Ningún hombre casado es no casado') como aquél que es *verdadero en cualquier interpretación*, mientras señala que el enunciado analítico por sinonimia (del tipo 'Ningún soltero es casado') obedece a razones *de uso* de los términos sinónimos ('no soltero' y 'casado'). Nótese, en ambos casos, la referencia extralógica. Ambas caracterizaciones desdibujan (y ése es el objeto de su trabajo) supuestamente tajante distinción entre enunciados analítico (lógico-formal) y sintético (empírico-observacional), revelando la dependencia del primero respecto del segundo.

IV

Así, pues, desde un ángulo puramente sintáctico, independiente de una teoría de la referencia, podemos declarar toda fórmula bien formada de un sistema incompatible con su propia negación, definiendo así la condición de consistencia a la manera de un cálculo no interpretado, o bien se podría recurrir a algún otro expediente formal que permita la operación no trivial del sistema incluyendo la fórmula que usualmente denominamos 'contradicción'. Pero considerando los sistemas formales como lenguajes -con un componente semántico, es decir, extralingüístico-, en su función de representación interesa que reflejen las propiedades de algún modelo y, en tal sentido deben formularse a imagen de éste. Así, en efecto, se ha procedido históricamente en la estipulación de reglas de inferencia que han sido intuitivamente aceptables en el ámbito de la experiencia ordinaria y en la ciencia, e incluso, más recientemente, en la axiomatización de las propias ciencias formales, partiendo, en principio, de la representación de nuestras ideas "intuitivas" sobre cálculos y valores de verdad. Es así como el principio de no contradicción ha gozado siempre de tan alta consideración, tanto en las ciencias empíricas como en la lógica y la matemática.

El contexto de justificación en la ciencia es, desde luego, un

expediente útil de sistematización y análisis, y hasta de valor heurístico, permitiendo el tratamiento lógico-formal de las implicaciones de la teoría modelo del sistema, pero es una reconstrucción *a posteriori* del desarrollo de la ciencia, no sólo históricamente sino aun, en cierto sentido, conceptualmente, en cuanto el propio instrumento de análisis, la lógica, ha obedecido en la formulación de sus principios a condiciones fácticas del contexto de descubrimiento, y aun debe representar tales condiciones a los fines de su aplicabilidad en la ciencia y en la experiencia ordinaria.

BIBLIOGRAFIA

- Hamilton, A.G.: *Lógica para matemáticos*. Paraninfo, Madrid, 1981.
- Haack, Susan: *Lógica divergente*. Paraninfo, Madrid, 1980.
- Kneale, William y Martha: *El desarrollo de la lógica*. Tecnos, Madrid, 1980.
- Lukasiewicz, Jan: "En defensa de la logística", en *Estudios de lógica y filosofía*, Revista de Occidente, Madrid, 1975.
- _____ : "Logística y filosofía" *ibid.*
- Quine, Willard van O.: "Dos dogmas del empirismo" en *Desde un punto de vista lógico*. Orbis, Barcelona, 1984.
- _____ : *Filosofía de la lógica*. Alianza, Madrid, 1977.
- Stegmüller, Wolfgang: *Teoría y Experiencia*, Apéndice: "Inconsistencia probabilística de la física cuántica y de la lógica cuántica". Ariel, Barcelona, 1979.