

## S. E. TOULMIN. RACIONALIDAD Y LOGICIDAD

Stephen E. Toulmin, nacido en Londres en 1922, se sitúa dentro de la última corriente de la filosofía analítica inglesa y, como tal, participa de la nueva orientación adoptada por esta tradición bajo la influencia del último Wittgenstein<sup>1</sup>.

El objetivo de este trabajo es presentar en una visión de conjunto los presupuestos lógico-metodológicos de Toulmin y su posición en el debate actual sobre la racionalidad de la ciencia, uno de los temas más discutidos en la filosofía de la ciencia del siglo XX. En ambos casos, la idea central es siempre la misma: la distinción entre racionalidad y logicidad, idea que constituye tanto el presupuesto de sus críticas como el punto de partida de sus nuevos planteamientos. El tema de la racionalidad está presente a lo largo de toda la producción filosófica de Toulmin, quien se presenta explícita e intencionadamente como una alternativa a planteamientos anteriores. Su obra tiene un carácter eminentemente crítico; dirige sus ataques especialmente contra la tradición analítica inspirada en el Wittgenstein del *Tractatus* y contra la filosofía de la ciencia neopositivista<sup>2</sup>. No obstante, comparte con ellos, al menos, dos aspectos: el afán esclarecedor y la constante preocupación por el *status* lógico de la ciencia. Se puede decir que el problema central de Toulmin es un problema lógico-epistemológico.

El trabajo se compone de dos partes. La primera parte constituye una exposición de sus presupuestos lógico-epistemológicos. La segunda sitúa a Toul-

1 Entre los escasos trabajos existentes sobre Toulmin en la producción bibliográfica española hay que destacar el estudio monográfico que M. Santos Camacho dedica a este autor en su libro *Ética y Filosofía analítica. Estudio histórico-crítico* (en lo sucesivo, *E.F.A.*), Universidad de Navarra, Pamplona 1975. Un breve estudio, aparecido después del libro de Santos Camacho, es el de A. Hidalgo, 'Sobre Toulmin'. *El Basilisco*, 1 (1978) 113-116. Más adelante anotaremos alguna contribución más de la bibliografía española.

2 Sobre este punto, ver Feigl, H. y Toulmin, S. E., *El legado del positivismo lógico*. Trad. de Cabo Martí, A. V. y García Faffi, J., *Cuadernos Torema*, 29, Facultad de Filosofía de la Universidad de Valencia, Valencia 1981.

min dentro del debate sobre la naturaleza y la racionalidad de la ciencia, suscitado a partir de la puesta en cuestión de la llamada Concepción Heredada<sup>3</sup>.

## I. PRESUPUESTOS LOGICO-METODOLOGICOS

Expondremos los presupuestos lógico-metodológicos de Toulmin siguiendo dos obras: *An examination of the place of reason in Ethics*, publicada en 1950, y *The uses of argument*, publicada en 1958.

### 1. LA DEFENSA DE UNA NUEVA LÓGICA DEL RAZONAMIENTO

*An examination of the place of reason in ethics*, obra con la que Toulmin obtuvo en 1948 el doctorado en filosofía por la Universidad de Cambridge, constituye su principal aportación al campo de la ética<sup>4</sup>.

El tema central de esta obra es de carácter lógico-epistemológico. La cuestión que se debate es la del *status* científico de la ética. El problema de la constitución de la ética como ciencia lleva a Toulmin a adentrarse en el campo de la lógica y en la problemática de la naturaleza del razonamiento.

#### a) *Crítica a las doctrinas ético-analíticas*

Toulmin sitúa el problema central de la ética en el campo del razonamiento. Frente al enfoque tradicional, consistente en caracterizar los conceptos morales por algún tipo de definición, el problema central de la ética es el de cómo distinguir un razonamiento válido de otro que no lo es: «¿Cómo vamos a distinguir los argumentos a los que debemos prestar atención de aquellos de los que no debemos hacer caso o que debemos rechazar?... ¿Cuál de todos estos argumentos debemos aceptar? ¿Cuáles de estas razones son buenas razones (*good reasons*)?, y ¿hasta qué punto debe uno confiar en la razón cuando se trata de

3 Un claro planteamiento del tema de la racionalidad de la ciencia puede leerse en la obra de W. H. Newton-Smith, *La racionalidad de la ciencia*, Paidós, Barcelona 1987, pp. 13-31.

4 Trad. cast. *El puesto de la razón en la Ética* (en lo sucesivo, *Ética*), Revista de Occidente, Madrid 1964; también en Alianza Editorial, Madrid 1979 (Nuestras citas se refieren a esta segunda edición). Hay otra edición en inglés, de 1986, con el título *The place of reason in ethics*, University of Chicago Press, Chicago 1986. Para una relación de los escritos éticos de Toulmin, ver la citada obra de Santos Camacho, pp. 820-821. A esa lista puede añadirse otro título en colaboración con Josen, A. R., *The abuse of casuistry. A history of moral reasoning*, University of California Press, Berkeley 1988. Sobre la ética de Toulmin ver: Alluntis, F., 'Análisis filosófico y fundamentación de los valores éticos', *Estudios de Deusto*, 37:82 (1989) 9-24 (S. Toulmin y R. M. Hare); Aranguren, J. L., *Ética*, Alianza Editorial, Madrid 1981, pp. 197-198; Donadio Maggi de Gandolfi, M.ª C., 'Stephen Toulmin y el lugar de la razón en la ética', *Ethos*, 14-15 (1986-1987), 1988, 183-214; Moccia, N., 'La filosofía ética de Stephen Toulmin', *Il Protagora*, 3-4 (23) (1983) 105-120, y 'Cognitivism and non-cognitivism: S. E. Toulmin', *Rivista Internazionale di Filosofia del Diritto*, 60 (1983) 471-482.

tomar decisiones morales?... ¿Cuál, en fin, es el lugar de la razón dentro de la ética?»<sup>5</sup>.

Para responder a esta cuestión, Toulmin recurre en la primera parte de su obra a las teorías de los filósofos morales. Ese problema central servirá a Toulmin de criterio para juzgar la adecuación o no de las soluciones dadas desde el método tradicional. Según Toulmin, las múltiples respuestas dadas a preguntas como ¿qué es la bondad?, ¿qué es la justicia?, pueden clasificarse en tres teorías o enfoques básicos: enfoque objetivo, enfoque subjetivo y enfoque imperativo, representados por Moore, Stevenson y Ayer, respectivamente<sup>6</sup>.

Según el primer enfoque, llamar a algo bueno (*good*) o correcto (*right*) es atribuirle alguna propiedad y, según el segundo, es manifestar nuestros sentimientos o los del grupo social. Como reacción a esas dos doctrinas surge el enfoque imperativo, para el que los conceptos éticos son meros pseudo-conceptos, que se usan para persuadir<sup>7</sup>.

El resultado de la revisión crítica de los enfoques tradicionales, que Toulmin limita, de hecho, al pensamiento analítico anterior al segundo Wittgenstein, es negativo; ninguna de las tres doctrinas es capaz de resolver la cuestión central. El defensor del enfoque objetivo cree que sólo se puede hablar de juicios éticos opuestos, como contradictorios o incompatibles, si hay en el objeto involucrado alguna propiedad a la que ambos puedan referirse; y, como, según él, existen, en efecto, juicios éticos incompatibles, hay que concluir que la bondad y los valores en general son propiedades. El partidario de la segunda doctrina, por el contrario, rechaza la caracterización de los valores como propiedades: las cuestiones éticas tienen que ver con nuestras preferencias personales, se refieren a un estado psicológico y esto hace trivial la cuestión de la incompatibilidad entre juicios éticos opuestos. Como reacción a estos dos enfoques, surge la más reciente y la más sencilla de las doctrinas éticas tradicionales, la doctrina imperativa. Esta doctrina corrige algunos defectos de las anteriores pero tampoco resuelve la cuestión central de qué es una buena razón para un juicio ético. Si las dos primeras asimilan los conceptos éticos a las propiedades o a los estados psicológicos, la tercera los asimila a la clase de las interjecciones (exclamaciones, órdenes). El error de esta última doctrina está en considerar que las afirmaciones éticas, que, en efecto, se parecen en algunos aspectos a las órdenes y exclamaciones, son ellas mismas órdenes y exclamaciones. Así, de la misma manera que no es posible disputar sobre órdenes y exclamaciones, tampoco es posible disputar sobre cuestiones de valor; consecuentemente, no tiene sentido (y en este punto Toulmin se refiere particularmente a Ayer) hablar de buenas razones y argumentos válidos en ética. Las cuestiones sobre la verdad, la falsedad y la verificación no surgen en el razonamiento ético y, por tanto,

5 Toulmin, S. E., *Ética*, o. c., pp. 18-19.

6 Sobre la ambigüedad del uso del término «tradicional», con el que se refiere tanto a Sócrates y Platón como a la tradición ético-analítica que se inicia con Moore, cf. Santos Camino, M., o. c., p. 650.

7 Cf. Toulmin, S. E., *Ética*, o. c., p. 22.

las proposiciones y conceptos éticos sólo pueden ser pseudoafirmaciones y pseudoconceptos.

Pero lo que más interés tiene para nuestro tema es la explicación que da Toulmin de las raíces de esta doctrina. Toulmin encuentra las fuentes de la doctrina imperativa en una limitación impuesta al ámbito del razonamiento y que es contraria al sentido y al uso común: «A pesar de nuestro uso ordinario, en el que las “razones” pueden emplearse para cualquier cosa, desde los teoremas matemáticos hasta las maldiciones, el defensor de la doctrina imperativa quiere limitar el significado y el ámbito del “razonar”. Para él “verdad”, “falsedad” y “prueba” o “verificación” son cualidades características de afirmaciones solamente lógicas, matemáticas o fácticas, y la prueba estricta o verificación fáctica, la única clase de buena razón que se puede dar para justificar una afirmación»<sup>8</sup>.

Esa restricción del alcance de la razón la encontramos ya en Hume, de quien los partidarios de la doctrina imperativa se reconocen deudores, y que descartó como lógicamente válidos todos aquellos razonamientos que no tuvieran que ver con la lógica, la matemática o la ciencia empírica. Pero este «prejuicio a favor de la lógica, de la matemática y de la ciencia no es exclusivo de los empiristas, sino que, en general, «se han ignorado los otros usos del razonamiento»<sup>9</sup>.

Que la racionalidad no se agota en la logicidad es la conclusión principal de la crítica de Toulmin a los enfoques tradicionales de la ética, a los que dedica la primera parte de la obra. Esa conclusión constituye una importante clave de interpretación del pensamiento de Toulmin, nos proporciona además el hilo conductor de su producción filosófica y nos permite también su ubicación en una línea determinada del panorama filosófico contemporáneo.

#### b) *Naturaleza del razonamiento en general*

Las teorías de los filósofos morales, que representan los exponentes básicos del método tradicional, no logran resolver el problema central de cómo distinguir los argumentos éticos buenos de los malos. De ahí el cambio de método que propone Toulmin. Es necesario retroceder a la formulación del principio, «qué tipos de argumentos, de razonamientos, es apropiado que aceptemos para apoyar las decisiones morales»<sup>10</sup> y, abandonando las respuestas del método tradicional, procurar «descubrir, desde nuestro conocimiento de las situaciones prácticas en las que se hacen importantes este problema y otros parecidos, qué clase de respuesta requiere»<sup>11</sup>. Frente a las preguntas «qué es la bondad» o «qué es la rectitud», Toulmin propone que preguntemos «¿qué es razonar?» y, «si podemos llegar a entender el razona-

8 *Idem*, p. 70.

9 *Idem*, p. 71.

10 *Idem*, p. 81.

11 *Ibid.*

miento, en general <sup>12</sup>, puede que estemos mejor preparados para resolver los problemas especiales del razonar ético» <sup>13</sup>. El análisis toulminiano del razonamiento es importante para nosotros en un doble sentido: primero, porque su caracterización del razonamiento nos proporciona la clave para la comprensión de su posición filosófica y, segundo, porque nos conduce a un tipo específico de razonamiento: el razonamiento científico.

En primer lugar, los contextos en que se habla de razonamiento y en que se aducen razones para justificar alguna conclusión son tan variados que resulta difícil comprobar lo que hay de común en todos ellos. Toulmin presenta en forma de diálogo cuatro ejemplos de razonamiento tomados de cuatro contextos diferentes: un ejemplo de la aritmética, otro de la ciencia, un tercer ejemplo de la ética y, por último, un ejemplo tomado de la vida cotidiana.

Tal como son presentados, el elemento común a todos ellos es su forma dialéctica: en cada uno, A comienza diciendo una cosa a B, B es escéptico y vacila ante la afirmación de A, A trata de justificar su afirmación primera, B sigue sin estar convencido, pero finalmente B está de acuerdo con A. ¿Podemos entonces definir el razonamiento en general como un argumento que tiene forma dialéctica y definir las razones como las consideraciones que A aduce para justificar su afirmación y mediante las cuales acaba convenciendo a B? Toulmin sostiene que el patrón dialéctico es demasiado amplio y caben en él razonamientos y no razonamientos; por otro lado, para que los argumentos con los que se trata de probar algo sean razones, no basta con que consigan hacer triunfar a la conclusión; no es suficiente que A las considere creíbles y B termine por verlas plausibles.

La verdad de una proposición o la validez de un argumento tienen que ver con la proposición y el argumento mismos y no con las actitudes de los sujetos: «La proposición misma tiene que ser *digna de creencia*... El argumento mismo tiene que ser *digno de aceptación*, en cuanto que haga su conclusión digna de fe» <sup>14</sup>. Y estas consideraciones no atañen sólo a las cuestiones lógicas sino también a las de la ética y a la estética. Todas ellas tienen que ver, no con relaciones subjetivas, sino con la clase de conceptos que Toulmin llama *gerundivos*, esto es, conceptos que pueden analizarse como *dignos de alguna cosa*.

Pero, ¿de qué clase tienen que ser las declaraciones capaces de hacer a una conclusión digna de fe?, o ¿qué hace que las primeras sean razones para una conclusión? Toulmin empieza a sospechar que tal vez la respuesta dependa de la clase de conclusión a justificar y de las circunstancias del caso, «pues cualquier fórmula verbal suficientemente comprensiva para cubrir todos los modos de razonamiento tiene que ser tan vaga como inútil» <sup>15</sup>. Por supuesto, los filó-

12 Para una relación de los escritos de Toulmin de carácter epistemológico, cf. Santos Camacho, M., *E.F.A., o. c.*, pp. 818-820. A esa lista cabe añadir este otro título más reciente, en colaboración con Janik, A. y Rieke, R., *An introduction to reasoning*, 2nd. ed., Macmillan pub. C., New York 1984. Más adelante añadiremos algún título más, también reciente.

13 *Idem*, p. 86.

14 *Idem*, p. 89.

15 *Idem*, p. 91.

sofos no han dudado en proporcionar respuestas explícitas a esta cuestión y prueba de ello son las fórmulas que nos ofrecen las teorías filosóficas de la verdad. La teoría de la verdad de la correspondencia, por ejemplo, diría que para hacer la conclusión digna de fe, los argumentos deben mostrar que la conclusión es coherente con nuestras creencias, actitudes, intereses, etc.

El juicio que a Toulmin le merecen todas estas teorías sobre la verdad es negativo. Paralelamente a lo que sucedía en el caso de la ética, todos estos intentos de responder mediante una fórmula verbal pecan de reduccionismo, conducen a visiones parciales y dejan sin resolver el problema central. La cuestión práctica central, qué clases de cosas hacen a una conclusión digna de fe, debe responderse, no en términos de una definición del concepto de verdad, válido para todos los casos, sino mediante «una discusión de los medios que pondríamos para hacer nuestra elección, en el caso en que tuviéramos que hacer frente a alguna variedad especial de proposiciones»<sup>16</sup>. La doctrina de la verdad de la correspondencia establece como criterio de verdad de una proposición el que ésta corresponda a los hechos; arguye, por tanto, que unas declaraciones sólo pueden hacer verdadera a una conclusión si muestran que ésta corresponde a los hechos. Pero si bien este criterio es adecuado para una clase de frases, las descriptivas, sus consecuencias se tornan paradójicas y sin sentido cuando pretende erigirse en criterio de aplicación universal, suponiendo implícitamente que todas nuestras declaraciones que significan algo pretenden ser descripciones.

El criterio de la correspondencia es válido para las frases descriptivas por una razón: «porque con su ayuda podemos descubrir si han servido para su propósito (por ejemplo, si nos han permitido reconocer al objeto por ellas descrito)»<sup>17</sup>. Esto último confirma la sospecha de que la respuesta a la pregunta, qué hace que las declaraciones sean razones para una conclusión, tiene que depender de las circunstancias y del tipo de conclusión implicada. No se trata, pues, de encontrar una respuesta universal a la pregunta, qué es razonar, sino de buscar respuestas especiales aplicables a casos determinados de declaraciones.

Estas últimas observaciones perfilan los rasgos peculiares de la posición lógico-epistemológica de Toulmin: la lógica de un modo de razonamiento está en conexión con las actividades en que el razonamiento juega su función primaria; la naturaleza de los criterios lógicos debe entenderse a partir del estudio de la peculiaridad de la actividad de que forman parte los *distintos usos del lenguaje*. La relación entre criterios lógicos, usos del lenguaje y la actividad peculiar de que estos forman parte, es ilustrada por Toulmin con el siguiente ejemplo: un juego de palabras, cuya regla es ir construyendo frases con la letra A. Esta regla es el criterio que decidirá en cada caso si una jugada es o no aceptable, si una razón es buena o mala o si una inferencia es correcta o incorrecta. La regla se puede cambiar y con ello los criterios serán diferentes, pero el juego puede continuar tan bien como antes. Notemos que la regla es arbitraria,

16 *Idem*, p. 93.

17 *Idem*, p. 98.

pero notar también que se trata de un juego y el uso que en él se hace del lenguaje es relativamente insustancial. Esos tres elementos van estrechamente unidos: la arbitrariedad de los criterios es inseparable y se explica por el hecho de que se trata de una actividad peculiar, el juego, y de un especial uso del lenguaje.

Un punto clave de la posición lógico-epistemológica de Toulmin es su concepción del lenguaje. El lenguaje se usa para una extensa gama de propósitos y es moldeable en razón de la necesidad de tener que ejecutar nuevas funciones: «El lenguaje no es un instrumento de finalidad única. De hecho es más parecido a un cuchillo de “boyscout” (utensilio con dos clases de hojas, destornillador, sacacorchos, abrelatas y abrebotellas, lima, lezna e incluso una cosa para sacar piedras de los cascos de los caballos); y, más aún, el lenguaje es una de esas cosas que continuamente moldeamos y modificamos añadiendo nuevos artificios (modos de razonamiento y tipos de conceptos) para ejecutar nuevas funciones, y puliendo de nuevo los viejos a la luz de la experiencia para que sirvan mejor para sus antiguas finalidades, ya familiares y bien probadas»<sup>18</sup>.

Es evidente la dependencia de Toulmin en este punto de la concepción wittgensteiniana del lenguaje. El mismo Toulmin nos recuerda que el autor de las *Philosophical Investigations*<sup>19</sup> habla del lenguaje en este contexto como sirviéndose de la imagen de una caja de herramientas y compara los diferentes tipos de conceptos con los diferentes tipos de herramientas. Es justamente en los usos diversos de que es susceptible el lenguaje donde hay que descubrir los criterios lógicos especiales de cada tipo de lenguaje. No hay, pues, para Toulmin un lenguaje ideal único ni un modo de razonamiento *standard*: «Más bien tenemos que esperar que todo modo de razonamiento, todo tipo de frase y (si nos ponemos exigentes) toda frase individual, tendrán su propio criterio lógico que hay que descubrir examinando sus usos individuales y peculiares»<sup>20</sup>.

En consecuencia, Toulmin denuncia los intentos de algunos filósofos de definir el razonamiento de una manera única. Por ejemplo, Hume, entre otros, limitó el ámbito del razonamiento a la matemática y a la ciencia. Este intento y otros semejantes no habrían tenido lugar con el reconocimiento de la compleja variedad de propósitos para los que se usa el lenguaje. En suma, «la lógica de las declaraciones, por una parte, y la peculiaridad de la actividad con que están ligadas, por otra, son tan íntimas e inseparables como las dos caras de una moneda»<sup>21</sup>.

Queda por ver si esta relación, válida para la clase de las frases descriptivas y para los juegos de palabras, es también válida para modos de razonamiento y tipos de frases más complejos. Esta es la cuestión que Toulmin se propone averiguar ahora. Dedicar el resto de la obra a examinar dos tipos igualmente complejos de razonamiento, el razonamiento científico y el razonamiento ético. Nosotros examinaremos sólo el razonamiento científico.

18 *Idem*, p. 102.

19 Publicada póstuma en 1953.

20 Toulmin, S. E., *Ética*, o. c., p. 102.

21 *Idem*, p. 103.

c) *El razonamiento científico*

El nuevo método propuesto por Toulmin consiste, como dice el título de la segunda parte de la obra, en poner en relación lógica y vida. Antes de probar este método en el modo de razonamiento ético, Toulmin lo hará en el modo de razonamiento científico. Se tratará de investigar «la relación entre el razonamiento implicado en un argumento típico científico y las características de la situación para las que vale, y (ver) qué relación tiene esto en la función especial de la argumentación científica y de la ciencia misma»<sup>22</sup>.

Toulmin parte de un ejemplo tomado de la vida y el lenguaje ordinarios. Dicho ejemplo revela una de esas situaciones-típicas en que surge la necesidad de una explicación científica de los fenómenos. El ejemplo en cuestión es el del bastón que fuera del agua es derecho y que sumergido en ella aparece torcido a la vista, pero derecho al tacto; además a unos les parece torcido hacia la derecha y a otros torcido hacia la izquierda. Este conflicto sugiere preguntas como éstas: «¿De qué se trata en realidad?, ¿está torcido o derecho? Si lo está, lo está hacia la derecha o hacia la izquierda, y si no lo está, ¿por qué parece como si lo estuviera?»<sup>23</sup>.

Hacer estas preguntas no es sino comenzar a pedir una *explicación* del fenómeno. Es justamente en este momento, esto es, en la exigencia de una explicación para el comportamiento inesperado de los fenómenos, cuando la argumentación científica y la ciencia misma vienen a cumplir su función: la ley de Snell, por ejemplo, respondería a una de las preguntas anteriores, la de si el bastón está torcido hacia la derecha o hacia la izquierda. Dada esta ley, que pone en relación el ángulo en que el bastón parece torcerse con el ángulo de inserción y la dirección de la mirada, ya se puede esperar de antemano cómo va a aparecer la inclinación del mismo cuando se le sumerja con un nuevo ángulo o sea visto desde otra nueva dirección. En consecuencia la ley de Snell viene a decirnos que los testimonios contradictorios entre los observadores del ejemplo *eran de esperar*. El objetivo de la ciencia es para Toulmin la *explicación científica*. La explicación científica no es sino una respuesta a la necesidad de comprender la situación conflictiva, provocada por la sorpresa ante un fenómeno inesperado (un fenómeno que está en clara contradicción con nuestras expectativas sobre él hasta el momento); y su función más genuina, la de hacer ver que ese fenómeno inesperado era de esperar. La función de la explicación científica es: «Traer nuestra experiencia pasada para referirse a nuestras expectativas presentes y futuras de manera tal que sea para “salvar” las apariencias y convertir, en tanto sea posible, lo inesperado en esperado»<sup>24</sup>.

Decíamos que la argumentación científica y la ciencia misma tienen su raíz en un conflicto originado en la vida cotidiana. Toulmin aclara también por qué tiene lugar tal conflicto y por qué se requiere para su solución una manera especial de razonar. Alude en este sentido a la relativa insuficiencia e inadecua-

22 *Idem*, p. 104.

23 *Idem*, p. 106.

24 *Idem*, p. 108.



ción de los conceptos y criterios lógicos del lenguaje ordinario. Los conceptos y los criterios lógicos cotidianos sirven muy bien a las necesidades con que nos enfrentamos en la vida ordinaria; pero es posible que se tornen inadecuados ante situaciones nuevas. Los conceptos y las teorías científicas están llamadas a superar las limitaciones inherentes a los conceptos, el lenguaje y la experiencia cotidianos: «la caída eventual de nuestros conceptos cotidianos y la consiguiente búsqueda de una “explicación” son, por tanto, bien inevitables»<sup>25</sup>.

Aclarados el origen y la función de la actividad científica, Toulmin se centra en el problema del desarrollo de las teorías y los conceptos científicos. Pone de relieve cómo la explicación científica comienza sustituyendo los criterios y los conceptos ambiguos de la experiencia ordinaria por otros más precisos, que se definen por referencia a la teoría adoptada. Una vez establecidos los conceptos y los criterios, la teoría tiene que ser probada. La primera prueba que debe pasar, de acuerdo con la finalidad para la que se crea una teoría, es la de «dar razón de todas las observaciones pasadas dignas de confianza en el campo de estudio pertinente»<sup>26</sup>. «Dar razón de» significa en este contexto, que esas observaciones eran de esperar. A medida que nuestra explicación se hace más precisa, mira más al futuro que al presente y al pasado. El paso siguiente, por tanto, es hacer predicciones partiendo de la teoría con la ayuda, en la medida de lo posible, de los métodos de la lógica deductiva y de la matemática. Estas predicciones deberán ser sometidas a la prueba de la experiencia: si la experiencia las confirma, mantendremos la teoría; de lo contrario, habrá que modificar la teoría o abandonarla en favor de otra. Para los neopositivistas, la lógica y la experiencia constituían los criterios únicos desde los que juzgar la racionalidad de las teorías científicas. En Toulmin, el papel de la lógica y la experiencia queda establecido de este modo: la lógica y la matemática son auxiliares de las teorías para hacer predicciones a partir de ellas; la experiencia es el tribunal que decide la aceptabilidad, modificación o rechazo de una teoría.

Una vez aceptada una teoría, no dejamos de predecir y comprobar. Eventualmente empezamos a hacer predicciones en un campo explicado por otra teoría; puede suceder, por ejemplo, que ambas teorías conduzcan a las mismas predicciones, aun cuando sus conceptos y métodos matemáticos sean completamente diferentes. En tal caso, para decidir qué teoría científica se va a aceptar, adoptamos las siguientes pruebas: la prueba de la «confiabilidad predictiva», la prueba de la «coherencia» y la prueba de la «conveniencia»<sup>27</sup>.

Todo este examen indica el tipo de situaciones y la clase de preguntas a que puede responder la ciencia. Pero señala también los límites de la explicación científica. La física puede responder a aquellas preguntas sobre fenómenos para los cuales tenga algún método de tratamiento y alguna clase de teoría, pero no puede dar explicación de aquellos fenómenos sobre los cuales no hay en nuestra experiencia ninguna razón para prever y para los que, en consecuencia, no sea posible emplear las técnicas y métodos usuales de la ciencia.

25 *Idem*, p. 110.

26 *Idem*, p. 112.

27 *Idem*, pp. 113-115.

Por otra parte, la ciencia sólo puede responder a preguntas como, ¿es correcta esta explicación? o ¿cuál de estas explicaciones es correcta?, en la medida en que tengan que ver con los criterios propios de la ciencia, es decir, con las pruebas de la predicción, la coherencia y la conveniencia. Pero más allá de estos criterios no hay lugar para preguntas ulteriores como, ¿es ésta explicación verdadera?, o ¿cuál de estas explicaciones es la verdadera?

Los criterios y los límites de la ciencia constituyen la Lógica de la ciencia. Ellos no surgen de la nada ni son establecidos *a priori*, sino que son el resultado de un examen de las situaciones en las que se pide una explicación científica, es decir, un examen de la función de la ciencia en tales situaciones. La lógica de la ciencia, como la lógica de las descripciones y de los juegos de palabras, es inteligible sólo en tanto que formando parte de una actividad más amplia, la ciencia, a cuyos propósitos sirve.

Toulmin insiste en la necesidad de diferenciar los modos de razonar por referencia a las actividades más extensas de las que formen parte y por referencia a los límites que les son propios; clasificar de esa manera los modos de razonar nos proporciona una comprensión más clara de la lógica de cada modo de razonar, que la que nos pueda proporcionar cualquier definición metafórica de las que solemos escuchar. Desde esta perspectiva es posible afirmar la independencia entre los modos diferentes de razonar: no habrá incompatibilidad entre los juicios cotidianos y los juicios científicos ni entre estos y los de cualquier otro tipo, pues parten de contextos diferentes y sirven a propósitos distintos.

Los resultados obtenidos en su análisis del razonamiento, en general, y del razonamiento científico permiten a Toulmin establecer para la ética el *status* de ciencia, evitando a la vez todo reduccionismo científico: «Esta *diferencia de función* entre los juicios científicos y morales —los unos concernientes a modificar las predicciones y los otros a modificar las opiniones y conducta— nos ayuda a explicar la equivocada identificación (popular entre los filósofos “empiristas”, escritores sobre el psicoanálisis y otros) de la “ciencia” con “la razón” y de la “ética” con “la retórica” o “la racionalización”»<sup>28</sup>.

## 2. RAZÓN CRÍTICA FRENTE A RAZÓN ANALÍTICA

La crítica de Toulmin en *El puesto de la razón en la ética* apunta directamente a los presupuestos lógico-epistemológicos que alientan, toda la primera corriente de la filosofía analítica. En una obra que publica en 1958 con el título *The uses of argument*, dedicada a problemas de lógica y epistemología, Toulmin discute el método analítico, formal, estructurado según el modelo deductivo de corte geométrico, y propone como alternativa una nueva concepción de la lógica<sup>29</sup>.

<sup>28</sup> *Idem*, p. 149.

<sup>29</sup> *The Uses of argument* (que citaremos como *U.A*) recoge de una forma unitaria una serie de ensayos publicados con anterioridad en revistas especializadas de filosofía. Muchas de las ideas expuestas en esta obra habían sido concebidas por Toulmin hacia 1947. Cf. Santos Cama-

Toulmin no rechaza el método analítico en sí mismo; lo que ataca es la adopción del razonamiento analítico como paradigma de todo razonamiento, que conduce a excluir del campo de lo científico a materias como la ética y la estética. Toulmin se opone al método analítico en el sentido apuntado y al papel que los defensores de dicho método asignan a la razón.

*The uses of argument* se compone de una Introducción, cinco ensayos y una Conclusión. En la Introducción, Toulmin se enfrenta con el problema de la conexión de la lógica con la ciencia y con el problema de la naturaleza de la lógica. El problema de la aplicación de la lógica a la práctica científica es de gran importancia, dado que en la actualidad la lógica parece haberse convertido en un campo absolutamente autónomo, «tan libre de todas las materias inmediatamente prácticas como pueda serlo cualquier rama de la matemática pura»<sup>30</sup>. En cuanto a lo segundo, Toulmin rechaza los intentos de definir la naturaleza de la lógica desde la psicología o la sociología, pero se opone igualmente a los lógicos simbólicos como Carnap, a quien Toulmin cita explícitamente, para los que «el modelo implícito de la lógica no lo ofrece ni la ciencia ni la tecnología, sino la matemática pura»<sup>31</sup>.

Para determinar la naturaleza de la lógica hay que partir, no de esquemas previos, sino de los diversos tipos de razonamientos empleados en la práctica lógica y «cuando esto se haya hecho, será el momento de volver a preguntarnos en qué puede consistir una lógica “teórica”, qué clase de teoría se puede montar capaz de tener la aplicación requerida»<sup>32</sup>. En su investigación Toulmin evitará todo prejuicio, haciendo abstracción de los términos técnicos de la lógica formal, como lógico, lógicamente necesario, deductivo, demostrativo, etc. Toulmin propone la creación de términos nuevos para expresar esa otra lógica concreta y opta, en este sentido, por la analogía de la jurisprudencia: «Para deshacer la fuerza de los viejos modelos y analogías, debemos proveernos de uno nuevo. La lógica tiene que ver con la fuerza de las afirmaciones que hacemos, con la solidez de los fundamentos invocados para apoyarlas, con la firmeza del respaldo que le damos o, para cambiar el ejemplo, con la clase de caso que presentamos en defensa de nuestras afirmaciones. La analogía legal implícita en este último modo de situar la cuestión, puede servirnos de una ayuda real de una vez por todas. Por consiguiente, detengámonos en términos como “fundamentos” y “apoyo” y tomemos como modelo propio el de la disciplina de la jurisprudencia. La lógica (podemos decir) es jurisprudencia generalizada»<sup>33</sup>.

El fundamento de dicha analogía, escribe Santos Camacho, «no es otro que la función crítica ejercida por la razón en ambos casos. Frente a una razón *analítica*, Toulmin quiere mantener una razón *crítica*, como base de una lógica adecuada para las ciencias que tienen como objeto propio una realidad de índo-

cho, M., *E.F.A.*, o. c., pp. 574 y 584. Santos Camacho ofrece en este libro un estudio crítico de *The uses of argument*, Cambridge 1964. Nuestra exposición se basa en dicho estudio.

30 Toulmin, S. E., *U.A.*, o. c., p. 2.

31 *Idem*, p. 4.

32 *Idem*, p. 6.

33 *Idem*, p. 7.

le práctica: «En esta lógica no se trata de *analizar* nada, de deducir unas supuestas propiedades implícitamente contenidas en el sujeto que ha de ser definido. Se trata, por el contrario, de encontrar las categorías (*procedures, categories*) con las que nuestras afirmaciones puedan ser fundamentadas y apoyadas. Frente a premisas (*premises*), Toulmin nos habla de fundamentos y garantías de apoyo (*grounds, backings*)»<sup>34</sup>.

Frente al método analítico y al papel que los defensores de este método asignan a la razón, «Toulmin defiende un método *sustancial*, que descubre contenidos nuevos que *no son* simplemente *deducidos*, sino *fundamentados críticamente*, y que entraña una noción de razón como garantía de verdad de estos contenidos, una razón que tiene que ver más con la *prudencia* legal que con la *matemática pura*»<sup>35</sup>.

#### a) *Insuficiencia del razonamiento analítico*

En el primer ensayo, «Fields of arguments and modals», Toulmin parte de la diversidad de razonamientos que se presentan en nuestro lenguaje ordinario y su variedad de propósitos. El problema central en este sentido es el de explicar hasta qué punto se pueden valorar todos ellos mediante un único *standard* de valoración. Toulmin va a mostrar que cada razonamiento tiene su propio canon valorativo.

En primer lugar, Toulmin introduce el término «campo de razonamiento» (*field of argument*): «Se puede decir que dos razonamientos pertenecen al mismo campo cuando los datos y las conclusiones de cada uno de estos razonamientos son, respectivamente, del mismo tipo lógico: se dirá que proceden de diferentes campos cuando el fundamento de las conclusiones de cada uno de estos dos razonamientos no son del mismo tipo lógico»<sup>36</sup>. Con la introducción de ese concepto Toulmin se propone combatir el monolitismo del razonamiento; pero tampoco quiere caer en la dispersión pluralista de razonamientos. De ahí que la siguiente distinción verse sobre lo que es invariable en el razonamiento y lo que dentro de él es variable según el campo del razonamiento, si bien es verdad que parece insistirse más en las variables, quedando reducidas las constantes a ciertas semejanzas básicas de modelo y procedimiento. En este sentido Toulmin distingue en el significado de los términos modales dos aspectos: la «fuerza» del término, por un lado, y los «criterios para su uso», por otro<sup>37</sup>. La fuerza de un término es común; se refiere a las exigencias que conlleva de suyo y sin las cuales tal uso carece de sentido; en cambio el sentido concreto de su uso depende de determinados criterios, que varían de un contexto a otro: «Cuando, por ejemplo, se dice de algo que es “imposible” se implica con ello que esto ha de ser excluido de consideración en un sentido o en otro y por una u otra razón. Lo que la fuerza del término ya no implica de suyo es el sen-

34 Santos Camacho, M., *E.F.A.*, o. c., pp. 580-581.

35 *Idem*, p. 581.

36 Toulmin, S. E., *U.A.*, o. c., p. 14.

37 *Idem*, p. 30.

tido concreto en que este término ha de ser excluido o las razones concretas por las que se excluye. Para responder a esto último hay que acudir a unos *cri- terios* determinados. Y, así, los criterios son los fundamentos o razones concre- tas con las que un objeto determinado en un contexto determinado es excluido de consideración. Siguiendo con el ejemplo del término "imposible", la *fuerza* de éste viene dada por su inconsistencia y la exigencia de unas razones para justificar esta inconsistencia en cualquier orden. Los *criterios* de imposibilidad son las razones concretas con que se justifica esta inconsistencia en un contex- to o en un orden determinados. Y así, estos criterios serán distintos según se trate de una imposibilidad física, matemática, lógica, moral o jurídica<sup>38</sup>.

El olvido de esta distinción ha conducido, según Toulmin, a reduccionis- mos, a la pretensión de elevar una clase determinada de criterios en tribunal único de valoración, desechando los restantes como erróneos o insignificantes. Desde esta misma perspectiva alude Toulmin a la tan debatida noción de «signifi- cado» (*meaning*). Toulmin va más allá de la noción de significado, más allá incluso de la noción wittgensteiniana de «uso» y nos habla de «aspectos». Todas estas distinciones apuntan hacia una misma idea central: la necesidad de aten- der a una pluralidad de razones como método para justificar un razonamiento o argumentación, frente a la pretensión de valorar a todos ellos por referencia a un único grupo *standard* de criterios<sup>39</sup>.

Los ensayos tercero y cuarto (el segundo versa sobre la probabilidad y no nos interesa aquí directamente), titulados «The layout of arguments» y «Working Logic and idealised Logic», insisten en esas mismas ideas. Toulmin critica el empobrecimiento de que ha sido objeto la lógica por haber quedado aprisiona- da en la analiticidad formal. Frente a la concepción analítica de la lógica, mode- lo que viene arrastrándose desde Aristóteles y que asumen los últimos análisis llevados a cabo por los atomistas lógicos desde el lenguaje de la ciencia, Toul- min pretende mostrar la riqueza originaria de la lógica.

En este sentido, propone sustituir el modelo matemático de la lógica, arti- culado según el esquema silogístico, por un modelo jurisprudencial, en el que no se trata de deducir por modo de análisis, extrayendo una conclusión conte- nida previamente en unas premisas, sino de razonar, es decir, de fundamentar con razones, y con razones adecuadas a cada caso.

Así, frente al esquema silogístico de premisas mayores, premisas menores y conclusión, Toulmin introduce la cuádruple distinción entre dato, conclusión, proposición garante y fundamento: «En el lenguaje jurídico se comienza sentan- do una afirmación o conclusión (*claim*), se invocan unos datos que apoyan tal afirmación (*data*), datos que a su vez se presentan como conclusión de la afir- mación inicial en virtud de unas proposiciones que garantizan (*warrants*) el paso de los datos a la conclusión o, dicho más exactamente, el carácter fun- dante que estos datos poseen respecto de la conclusión»<sup>40</sup>. A las nociones que aparecen en este párrafo añade Toulmin la noción de *backing*, que es el fun-

38 Santos Camacho, M., *E.F.A.*, o. c., p. 587.

39 Cf. *Idem*, pp. 587-590.

40 *Idem*, p. 591.

damento que da validez a las proposiciones garantes y que varía según el contexto a que pertenezca la proposición que se pretende fundamentar.

Santos Camacho se pregunta en este punto por las pretensiones de Toulmin al exponer este esquema de razonamiento, pues las distinciones mencionadas encajan perfectamente en la estructura de la lógica aristotélica. En su opinión el propósito de Toulmin no es otro que mostrar las múltiples y variadas razones que pueden apoyar las diversas afirmaciones del lenguaje ordinario y que permiten captar en toda su gama de matices la peculiaridad que cualquier afirmación entraña. A este fin estarían destinadas esas distinciones, especialmente la que hay entre *warrants* y *backing*, pues mientras que las proposiciones garantes no varían, el fundamento que les da validez varía según se trate del campo de la matemática, la ética, etc.. La argumentación silogística, en cambio, comprime esas dos nociones en la noción de premisas. Fiel al lema de la filosofía analítica de que cada enunciado tiene su propia lógica, Toulmin censura la simplicidad de ese tipo de argumentación, que conduce a una reducción del concepto de argumentación válida y de ciencia <sup>41</sup>.

Por otro lado, frente a la posición según la cual sólo son válidos aquellos argumentos, cuya conclusión no es sino una explicitación de las premisas, es decir, los argumentos analíticos, Toulmin establece la distinción entre argumentos analíticos y argumentos «substanciales» (*substantial arguments*) y afirma que la validez es común a ambos <sup>42</sup>. Por argumentos substanciales entiende aquellos en los que la conclusión representa una novedad respecto de lo contenido en las premisas. La clase de argumentación sustancial recuerda, según Santos Camacho, a la llamada inducción incompleta, «que no se basa en la previa información de todos los miembros que integran el universal, sino en descubrir una razón, una propiedad que sirva de fundamento (*backing*) para elevar a afirmación universal lo observado en un reducido número de casos particulares» <sup>43</sup>. Precisamente la distinción entre *warrants* y *backing* vuelve a ser muy relevante en la distinción entre argumentos analíticos y argumentos substanciales. La noción de *backing* ocupa un lugar central en los argumentos substanciales y como dicho fundamento varía de un contexto a otro, tal como apuntábamos más arriba, los argumentos sustanciales permiten fundamentar los enunciados según la lógica y función de estos <sup>44</sup>.

Para Toulmin razonar es, más que deducir, fundamentar. Los argumentos analíticos conducen a una reducción del concepto de validez al adoptar como criterio único de validez la forma lógica, que, a su vez, identifican con la forma geométrica. Toulmin, en cambio, quiere distinguir entre forma lógica y validez y afirma que la validez de un razonamiento incluye no sólo la validez formal sino también las razones de su validez. A esto último atiende la noción de *backing*: «Es verdad que hay un gran número de razonamientos válidos que pueden expresarse en la forma: datos, proposiciones gerantes, luego conclusión; la

41 Cf. *Idem*, pp. 596-597.

42 Cf. *Idem*, p. 598.

43 *Idem*, p. 600.

44 *Ibid.*

proposición garante sirve justamente como puente requerido para dar el paso de los datos a la conclusión; pero llamar a un razonamiento de este tipo formalmente válido es decir algo que tiene únicamente que ver con la manera en que ha sido construido, y no nos dice nada acerca de las *razones* de su validez. Estas razones se alcanzan únicamente cuando nos volvemos a considerar el fundamento (*backing*) de la proposición garante invocada»<sup>45</sup>.

El fundamento (*backing*) demuestra la verdad de la conclusión, algo que no tiene lugar en la argumentación meramente formal. En la adición de este requisito para la validez Santos Camacho denuncia una confusión entre validez y verdad. Pero una cosa es la analiticidad (el *analytikos* aristotélico), que se refiere a la deducción y que es de orden formal, y otra cosa es la substancialidad (los *substantial arguments* de Toulmin), que es de orden material. Hay en Toulmin una confusión entre estructuras y contenidos y, más en general, una confusión entre cuestiones lógicas, gnoseológicas y metodológicas. Pero ya Aristóteles había distinguido entre «argumentación», que trata en los *Primeros Analíticos* y «demostración», que trata en los *Segundos Analíticos*. Dicha confusión responde, según Santos Camacho, a una concepción falseada de la lógica, inspirada en las concepciones deformadas de la misma, que, tal como expone E. Agazzi en su libro *La lógica simbólica*, empiezan a producirse en el siglo XVII con la lógica de Port-Royal<sup>46</sup>.

#### b) «Idealised Logic» y «Working Logic»

Frente a la argumentación analítica, como paradigma de toda argumentación, Toulmin se propone mostrar la viabilidad de una lógica que no es ni formal ni analítica. En el ensayo cuarto, titulado «Working Logic and Idealised Logic», Toulmin opone a la lógica teórica (lógica idealizada) una lógica práctica (lógica en funcionamiento).

La adopción del razonamiento analítico como paradigma de validez de todo tipo de argumentación ha dado lugar, según Toulmin, al error de identificar lo científico con lo formal-analítico y a la consiguiente reducción del ámbito del razonar. El origen de estos errores radica en la adopción de la matemática como modelo de la lógica. Ello ha llevado a la pretensión, que se remonta a Aristóteles y que sigue presente en los lógicos modernos, de hacer de la lógica un conjunto de verdades intemporales, expresables en un sistema matemático. Hay un hecho cultural, dice Toulmin, que explica todo esto: el hecho de que la geometría fuera la primera ciencia establecida llevó a los griegos, cuando estos se plantearon la posibilidad de una ciencia lógica, a adoptarla como modelo. La adopción del ideal matemático les condujo a pensar que toda ciencia debe componerse de verdades y relaciones intemporales como la matemática<sup>47</sup>. Pero, según Toulmin, eso no es sino una idealización ilegítima de la lógica; ile-

45 Toulmin, S. E., *U.A.*, o. c., p. 143.

46 Cf. las interesantes indicaciones de Santos Camacho al respecto y sus referencias a la citada obra de Agazzi: *E.F.A.*, o. c., pp. 597-598 y 601-605.

47 Cf. Santos Camacho, M., *E.F.A.*, o. c., p. 610.

gítima, porque «el lenguaje, tal como lo conocemos, se compone no de proposiciones intemporales, sino de enunciados que dependen siempre del contexto o la ocasión en que se pronuncian. Los enunciados se formulan en situaciones particulares, y la interpretación que de ellos se hace está ligada a su relación con estas situaciones [...] únicamente en la matemática pura pueden nuestras afirmaciones estar enteramente libres de contexto alguno»<sup>48</sup>.

Reflejando, sugiere Santos Camacho, la crítica del segundo Wittgenstein al primer Wittgenstein, Toulmin renuncia a la lógica formal, construida sobre el modelo matemático, y propugna una lógica informal, basada en el lenguaje común y en el uso y función de cada enunciado en su contexto.

Toulmin se esfuerza por aclarar que esta otra lógica no debe entenderse sin más como una aplicación de la lógica teórica. Se trata de oponer a una lógica idealizada, esto es, a la lógica formal, cuyos defectos ha señalado, una lógica en funcionamiento (*working logic*). La lógica en funcionamiento de Toulmin no es metodología en el sentido de Carnap; es una lógica informal y contextual, válida para cubrir el campo de razonamientos no susceptibles de tratamiento matemático. Dicha lógica no tiene pretensiones de alcanzar verdades intemporales e inmutables; su intención es encontrar las razones adecuadas, particulares y concretas, que hacen bueno en cada caso un razonamiento<sup>49</sup>.

La conclusión del cuarto ensayo de *The Uses of Argument* es que la reducción del campo del razonamiento, producto de una identificación de lo científico con la analiticidad, es sólo el error a que ha dado lugar una lógica idealizada articulada sobre el ideal de la matemática y considerada, a su vez, como la única clase de lógica posible. Tal reducción no tiene lugar en una lógica informal, contextual o en funcionamiento, basada en la riqueza del lenguaje ordinario y en la diversidad de funciones que desempeña.

Toulmin acabará de confirmar estas ideas en el último ensayo, titulado «The origins of epistemological theory», donde se enfrenta con la llamada teoría del conocimiento. Frente a un enfoque psicologista de ésta, Toulmin aboga por un enfoque lógico de la misma. La pregunta por el conocimiento no es una pregunta por los procesos y mecanismos del conocer (educación, medio social); ésta es una cuestión biográfica; la cuestión verdaderamente crítica es la que se refiere a los fundamentos, procedimientos racionales o caminos empleados para justificar nuestras afirmaciones. Conocer no es sino aducir pruebas, razones; y esto es para Toulmin lógica aplicada a cada caso. Tal opción es fácilmente comprensible si tenemos en cuenta la tradición filosófica en la que se inserta. Los filósofos analíticos anteriores a él también habían tratado de evitar todo tipo de psicologismo en la epistemología mediante el recurso a la lógica. La diferencia entre estos y Toulmin está en la clase de lógica que propugnan. Ahora bien, muchos de los problemas de la teoría del conocimiento se deben precisamente, a juicio de Toulmin, al tipo de lógica defendida por los primeros. Por ejemplo, estos lógicos no vieron cómo solucionar el famoso problema del

48 Toulmin, S. E., *U.A.*, o. c., p. 180.

49 Cf. Santos Camacho, M., *E.F.A.*, o. c., pp. 610-615.



paso del «is» al «ought». Pero éste y otros muchos saltos lógicos son problemas artificiales, que no habrían tenido lugar, si en vez de intentar comprimir todo tipo de argumentación en el molde de los argumentos analíticos, se hubiera tratado de descubrir las categorías apropiadas a cada caso particular. Tal es lo que Toulmin pretende con la clase de argumentación sustancial, a cuya defensa dedica el resto del ensayo. Toulmin reconoce que hay en muchos razonamientos cambios de tipo (*typo-transitions*) de los datos a la conclusión, pero niega que haya que ver en ello un vacío lógico. Esos cambios se justifican con razones particulares, que son de suyo válidas. Toulmin propugna la necesidad de un acercamiento entre la lógica y la epistemología, y ello exige olvidar de una vez las tan discutidas escisiones.

Santos Camacho acaba su exposición de *The Uses of Argument* llamando la atención sobre el interés de Toulmin en estos dos puntos: «recuperar el contenido del pensamiento lógico, vaciado al parecer por culpa del formalismo analítico» y «prescindir de todo argumento que vaya más allá de la realidad ordinaria, tal como ésta se nos muestra en el lenguaje común». Con ello «no hace sino repetir el pensamiento del último Wittgenstein: hay que renunciar a un lenguaje ideal, hay que volverse a la realidad y observarla en la riqueza que ella presenta en su pura inmediatez»<sup>50</sup>.

## II. LA ALTERNATIVA DE TOULMIN A LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA VIENESA

En esta segunda parte presentamos a Toulmin dentro del marco del debate sobre la naturaleza y racionalidad de la ciencia, tal como se configura a raíz de la puesta en cuestión de la llamada Concepción Heredada.

Como es sabido, en 1962 Putnam denominó Concepción Heredada (*Received View*) al análisis de las teorías científicas aceptado de un modo u otro por los filósofos de la ciencia entre los años veinte y cincuenta, aproximadamente. A partir de los años cincuenta, la Concepción Heredada, llamada así precisamente a partir del momento en que empezó a ser criticada, fue objeto de ataques en varios de sus puntos fundamentales. Por otro lado, se propusieron concepciones alternativas sobre las teorías científicas. Esas críticas y estas alternativas llevaron a finales de los años sesenta al rechazo generalizado de la Concepción Heredada. A su vez, las alternativas propuestas han sido objeto de críticas, de manera que ninguna de ellas ha sido unánimemente aceptada.

Todo este debate fue objeto de un simposio celebrado en Urbana del 26 al 29 de marzo de 1969<sup>51</sup>. Su convocatoria fue la siguiente: «Tradicionalmen-

50 Santos Camacho, M., *E.F.A.*, o. c., p. 623.

51 Las actas de este simposio fueron publicadas en 1974 por F. Suppe en la obra *The Structure of scientific Theories*, de la que existe traducción al castellano con el título *La estructura de las teorías científicas*, Editora Nacional, Madrid 1979. A las actas del simposio precede una amplia introducción de Suppe sobre la Concepción Heredada y las críticas y alternativas a la misma. Sobre todo este debate, cf. también: Brown, I., *La nueva filosofía de la ciencia*, Tec-

te, los filósofos de la ciencia han construido teorías científicas como cálculos axiomáticos, en las cuales a los términos y enunciados teóricos se les da una interpretación parcial y observable por medio de reglas de correspondencia. Recientemente, la pertinencia de este análisis ha sido discutida por un buen número de filósofos, historiadores de la ciencia y científicos. Se han propuesto y discutido unos cuantos análisis alternativos de la estructura de las teorías. El propósito de este simposio es reunir a algunos de los expositores y críticos más destacados del análisis tradicional, defensores de algunos de los más importantes análisis alternativos, historiadores de la ciencia y científicos, para examinar la cuestión de "en qué consiste la estructura de una teoría científica"»<sup>52</sup>.

No cabe identificar sin más Concepción Heredada con Positivismo lógico, pero la Concepción Heredada ocupa un puesto central en la epistemología del Positivismo lógico. En este trabajo presentamos la alternativa de Toulmin a la filosofía de la ciencia vienesa<sup>53</sup>. Según Suppe, a pesar de existir ya críticas a varios puntos de la Concepción Heredada, sus ideas básicas no son puestas en cuestión antes de Toulmin.

Como dice la convocatoria del simposio, entre los partidarios de la Concepción Heredada fue común la reconstrucción de las teorías científicas en términos de sistemas axiomáticos. Frente a este tipo de análisis surgen una serie de alternativas, que Suppe clasifica en tres grupos: análisis descriptivo-escépticos, como el de Achinstein en *Cocepts of Science*<sup>54</sup>, análisis *weltanschauungísticos*, como los de Toulmin, Kuhn, Feyerabend, Bohm, Hanson, y análisis semánticos, como los de Von Neumann, Suppes, Beth, Van Fraassen, Sneed, Bunge y el mismo F. Suppe. Todos ellos comparten la idea de que un análisis adecuado de las teorías científicas no puede ser una reconstrucción racional de éstas, sino que debe ofrecer una descripción de las mismas tal y como realmente las usa la ciencia<sup>55</sup>.

La alternativa propuesta por Toulmin se clasifica, pues, dentro de los llamados análisis *weltanschauungísticos*, siendo «el primero de los que ejercieron después una cierta influencia»<sup>56</sup>. Aunque entre los defensores de los análisis *weltanschauungísticos* hay notables diferencias, cabe señalar algunos rasgos comunes. H. Reichenbach, en su obra *Experience and Prediction*<sup>57</sup>, había hecho una distinción entre «contexto de descubrimiento» y «contexto de justifi-

nos, Madrid 1983; Casañ Muñoz, P., *Corrientes actuales de la filosofía de la ciencia*, Nau, Valencia 1984; Echeverría, J., *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX*, Barcanova, Barcelona 1989; Lossee, J., *Filosofía de la ciencia e investigación histórica*, Alianza, Madrid 1989 y Newton-Smith, W. H., *La racionalidad de la ciencia*, o. c.

52 Suppe, F., *La estructura de las teorías científicas* (en lo sucesivo, *E.T.C.*), o. c., p. 9.

53 Otras alternativas a la Concepción Heredada y una exposición general de ésta, podrán verse en mi artículo 'Críticas y alternativas a la racionalidad neopositivista', de próxima publicación en *Religión y Cultura*.

54 Ed. J. Hopkins, Baltimore 1968.

55 Cf. Suppe, F., *E.T.C.*, o. c., pp. 150ss.

56 *Idem*, p. 157.

57 University of Chicago, Chicago 1938.

cación». Con la expresión «contexto de descubrimiento» se refería al modo como se llega a un resultado científico o matemático; con la expresión «contexto de justificación» se refería al modo en que se justifica tal resultado científico o matemático. Según Reichenbach, lo primero es asunto de la psicología y de la historia, no de la filosofía. La filosofía o la epistemología se ocupan exclusivamente del contexto de justificación. El punto de vista de Reichenbach ha sido mantenido por la mayoría de los defensores de la Concepción Heredada. En general, los neopositivistas centraron su atención en las teorías científicas como productos acabados e ignoraron los factores relativos a su génesis y desarrollo. Los defensores del tipo de análisis *weltanschauungísticos* se rebelan contra la posición de Reichenbach y de los neopositivistas, en general.

Toulmin, Kuhn, Feyerabend, Bohm, Hanson consideran que la ciencia es una empresa social en marcha con lazos lingüísticos, metodológicos, comunes. Una comprensión adecuada de las teorías científicas debe prestar atención al uso que de ellas hacen los científicos y a la dinámica de su desarrollo. Frente a la posición de Reichenbach, se considera que el contexto de descubrimiento es justamente el objeto de la epistemología. En consecuencia un análisis adecuado de las teorías científicas no puede consistir en una reconstrucción racional de las teorías como productos acabados, sino que debe centrarse en las consideraciones que determinan el descubrimiento, el desarrollo, la aceptación y el rechazo de las teorías científicas. Además debe «conceder una seria atención a la idea de que la ciencia se hace desde una perspectiva conceptual que determina en buena medida qué cuestiones son dignas de investigación y qué tipos de respuesta resultan aceptables; esta perspectiva ofrece una forma de pensar acerca de una clase de fenómenos que, a su vez, define la clase de problemas legítimos y delimita los criterios que determinan cuál sería su solución aceptable»<sup>58</sup>. En una palabra, la ciencia se hace desde una *Weltanschauung* o *Lebenswelt*, desde la cual hay que interpretar las teorías científicas. Esta forma de análisis exige prestar mayor atención a la historia de la ciencia y a los factores sociológicos que influyen en el descubrimiento, el desarrollo y la aceptación o rechazo de las teorías científicas (*Weltanschauungen*). La obra del último Wittgenstein parece haber desempeñado un importante papel en el origen de esta concepción, especialmente en Hanson y en Toulmin.

## 1. ANÁLISIS WELTANSCHAUINGÍSTICO DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

En la obra de 1948, *An examination of the place of reason in Ethics*, donde Toulmin se enfrentó ya con el problema del razonamiento científico, sostenía que la función de la ciencia es ofrecer explicaciones sobre el comportamiento inesperado de los fenómenos. En sus obras de 1953, *The Philosophy of Science*<sup>59</sup>, y de 1961, *Foresight and Understanding*<sup>60</sup>, sigue pensando

58 Suppe, F., *E.T.C.*, o. c., p. 156.

59 Hutchinson, Londres 1953. De esta obra existe traducción al castellano, Mirasol, Buenos Aires 1964.

60 Hutchinson, Londres 1963.

que la explicación, más que la predicción, es la función primera de la ciencia <sup>61</sup>.

Según Toulmin, la ciencia propone o supone que en un dominio determinado de fenómenos ciertas pautas de conducta son naturales, no inesperadas; éstas no necesitan explicación. Pero hay también pautas de conducta inesperadas y son estas desviaciones las que hay que explicar. De acuerdo con ello, la función de las teorías científicas es, por una parte, especificar las pautas normales de conducta y, por otra, explicar las desviaciones de los fenómenos respecto de tales pautas normales. De esta forma, la ciencia explica el comportamiento de los fenómenos de un dominio por referencia a unas expectativas. El modo como lo lleva a cabo es el siguiente: en primer lugar, la teoría presenta un «ideal de orden natural» <sup>61 bis</sup>, que especifica una pauta normal de conducta, la cual no necesita explicación. Ahora bien, los fenómenos siempre se desvían de él; para explicar esas desviaciones la teoría construye leyes, que especifican las formas en que los fenómenos se desvían del ideal de orden natural. Consideremos, por ejemplo, la teoría de la óptica geométrica:

a) El principio de propagación rectilínea de la luz (la luz viaja en línea recta) es un ideal de orden natural de la óptica geométrica.

b) Los fenómenos de refracción de la luz representan desviaciones de ese ideal.

c) La teoría de la óptica geométrica presenta la ley de Snell para explicar las desviaciones de los fenómenos de refracción respecto del ideal de la propagación rectilínea de la luz. La ley de Snell, por tanto, explica o da cuenta de los fenómenos de refracción.

Los ideales de orden natural y las leyes que explican las desviaciones de los fenómenos respecto de los primeros son, según Toulmin, dos componentes fundamentales de las teorías. Ambos componentes son sólo modos de representar fenómenos y, como cualquier método de representación, no son ni verdaderos ni falsos. Las leyes, además de ser medios de representar fenómenos, son también mecanismos que permiten hacer inferencias acerca de los fenómenos. En este sentido, las leyes son meras reglas que indican cómo hacer inferencias y no son, por tanto, ni verdaderas ni falsas, aunque sí puedan serlo los enunciados sobre el ámbito de su explicación.

Las teorías se componen de los ideales de orden natural, las leyes y las hipótesis; forman también parte de la teoría las proposiciones que especifican el ámbito de su explicación. Estos tres componentes se hallan jerárquicamente organizados; pero no constituyen una pirámide lógica en el sentido de que los niveles inferiores se obtengan deductivamente de los superiores. Se trata de una estratificación en términos de significado: «Las afirmaciones hechas a

61 Cf. Suppe, F., *E.T.C.*, o. c., pp. 157-158. En este apartado vamos a resumir la exposición que hace Suppe de la concepción toulminiana de las teorías científicas, en *idem*, pp. 155-165.

61 bis Sobre los ideales de orden natural en Toulmin, ver Lossee, J., *Filosofía de la ciencia e investigación histórica*, o. c., pp. 151-155.

determinado nivel sólo tienen sentido dentro del alcance de las de nivel inferior»<sup>62</sup>.

La concepción toulminiana de las teorías científicas es instrumentalista<sup>63</sup>: las teorías científicas no son ni verdaderas ni falsas. Para poder aplicarlas a los fenómenos se requiere de instrucciones complementarias, que tienen como objeto posibilitar la identificación de los componentes fenoménicos a que se refieren los términos de sus leyes; para ello se recurre generalmente a modelos. Las teorías científicas son sólo formas de representar y considerar los fenómenos, que funcionan o no funcionan, son o no son útiles. Decíamos más arriba que la ciencia emprende la explicación de los fenómenos por referencia a unas expectativas sobre la conducta de los fenómenos, los llamados ideales de orden natural. Pues bien, estas expectativas o presuposiciones dictan también los criterios para juzgar la utilidad o no de la teoría: «Estas presuposiciones constituyen un marco intelectual de pensamiento o *Weltanschauung* el cual determina las cuestiones que el científico se plantea, así como las suposiciones que subyacen a su trabajo de teorización. Determinan o influyen incluso en lo que ha de ser considerado como "hechos" y en el significado que se les va a conferir. Si el alcance conocido de la teoría es tal que puede explicar una amplia variedad de fenómenos y responder a una parte considerable de las preguntas consideradas importantes, entonces la teoría es —por el momento— útil»<sup>64</sup>. Por el momento, porque la *Weltanschauung* puede cambiar y, en esa medida, la teoría puede verse mermada en su utilidad<sup>65</sup>.

## 2. EL CAMBIO CIENTÍFICO

En su *Postscriptum* a las Actas del simposio sobre la estructura de las teorías científicas, celebrado en Urbana en 1969<sup>66</sup>, Toulmin se cuestiona la adecuación del modelo axiomático para el análisis de las teorías científicas. Además afirma, frente al programa de la filosofía de la ciencia vienesa, que el problema central de la filosofía de la ciencia es el cambio científico.

En esta referencia retrospectiva al simposio de Urbana, Toulmin comienza recordando el contexto en el que la filosofía de la ciencia adoptó el modelo axiomático. Aunque el modelo axiomático tiene su origen a finales del siglo XIX, es en los últimos cincuenta años cuando ocupa un lugar central en la filosofía

62 Toulmin, S. E., *The Philosophy of Science*, o. c., p. 80.

63 Cf. Suppe, F., *E.T.C.*, o. c., p. 161. Sobre Toulmin y el instrumentalismo, ver también Echeverría, J., *Introducción a la Metodología de la ciencia*, o. c., pp. 63-66.

64 Suppe, F., *E.T.C.*, o. c., pp. 161-162.

65 A la exposición de la concepción toulminiana de las teorías científicas sigue en el texto de Suppe una crítica de éste al instrumentalismo de Toulmin, Suppe se opone a la tesis del segundo, según la cual las teorías no son ni verdaderas ni falsas, cf. pp. 162-165. Una crítica al instrumentalismo en ese mismo sentido, aunque sin referencia alguna a Toulmin, puede verse también en el libro de Newton-Smith, W. H., *La racionalidad de la ciencia*, o. c., pp. 40-46.

66 Trad. cast. *Proscriptum: La estructura de las teorías científicas* (en lo sucesivo *Postscriptum*), en Suppe, F., *E.T.C.*, o. c., pp. 656-671. Nuestras citas se referirán a esta edición.

de la ciencia <sup>67</sup>. Es importante destacar, dice Toulmin, que el modelo axiomático se introdujo con muy diversas intenciones. Los defensores del modelo axiomático consideraron como libro prototipo la obra de Heinrich Hertz (1857-1894), *The Principles of Mechanics* <sup>68</sup>, publicada en 1894, unos meses después de su muerte. En esta obra Hertz desarrolla la teoría de la mecánica como un cálculo axiomático al que seguiría una interpretación física. Pero Hertz no pretendía asignar a este método de exposición un carácter epistemológico ni establecer que los términos y enunciados teóricos de la mecánica se justifican en tanto que derivados de «observaciones sensoriales» (*Protokolsätze*). Con ese método de exposición veía simplemente una «excelente vía para distinguir aquellos aspectos de la mecánica teórica que tenían una referencia empírica directa de aquellos otros —especialmente su forma general o su modo de articularse— que eran más bien un aspecto de nuestro “modelo” (*Bild*) o “representación” (*Darstellung*); y en este sentido, sostiene Hertz, es posible socavar (las) confusas especulaciones sobre la naturaleza de la fuerza que durante el siglo XIX han obstaculizado el progreso de la física» <sup>69</sup>.

El Círculo de Viena y Bertrand Russell en Inglaterra interpretaron el método de Hertz en sentido epistemológico. No sólo vieron en él un modelo útil para separar los elementos formales de las teorías científicas de sus elementos observacionales, sino también un camino adecuado para su propósito de fundamentar los primeros relacionándolos con los segundos.

Pero esto último iba más allá de las intenciones de Hertz, que «al igual que su maestro Helmholtz y sus sucesores Wittgenstein y Cassirer, era filosóficamente más un kantiano que un empirista humeano... Para los empiristas lógicos... los datos observacionales han sido siempre “duros”, particulares y epistemológicamente fundamentales; el conocimiento teórico, en cambio, ha sido a sus ojos derivado, general y “blando”. Para un kantiano como Hertz, sin embargo, la distinción entre “teoría” y “observación” camina por derroteros muy diferentes. Para él, las cuestiones empíricas sobre movimientos observados podrían establecerse de modo relevante para la mecánica sólo en los términos teóricos definidos dentro de un previo *Bild* o *Darstellung*. Así, según este punto de vista, no construimos los términos generales o las afirmaciones de la teoría fuera de los datos individuales de los sentidos o afirmaciones de la observación: más bien los datos empíricos de la física son ellos mismos ya generales y conexos» <sup>70</sup>.

El hecho es que el éxito obtenido por Hertz incidió fuertemente en la filosofía de la ciencia; el modelo axiomático ha ocupado un lugar crucial en la filosofía de la ciencia durante cincuenta años. El Círculo de Viena incorpo-

<sup>67</sup> Suppe sitúa el comienzo en los años veinte y las primeras críticas en los años cincuenta; cf. Suppe, F., *E.T.C.*, o. c., pp. 15-16.

<sup>68</sup> Hertz, H., *Die Prinzipien der Mechanik*, J. A. Barth, Leipzig 1894. *Principles of Mechanics presented in a new form*, Macmillan, reissued by Dover, New York 1956.

<sup>69</sup> Toulmin, S. E., *Postscriptum*, o. c., p. 657.

<sup>70</sup> *Idem*, pp. 657-658. Sobre las diferencias entre los neohumeanos, como Mach, y los neokantianos, cf. también, p. 659.

ró el simbolismo de la lógica matemática y el programa metodológico de la ciencia unificada <sup>71</sup>: «Añadiendo nuevos términos primitivos, postulados y reglas de correspondencia, esperaban incorporar todas las auténticas ramas de la ciencia a una sola construcción axiomática» <sup>72</sup>. El resultado, en suma, fue hacer del modelo axiomático la forma obligada de exponer las teorías científicas.

Los defensores del programa tradicional o vienés han coincidido en al menos dos puntos, uno positivo y otro negativo. El punto positivo es lo que Toulmin llama «el axioma central de la tradición vienés», que consiste en la concepción de la ciencia y de las teorías científicas —en un momento dado de su desarrollo histórico— como un sistema lógico. Los conceptos teóricos, las conclusiones de la ciencia y las observaciones se relacionarían formando una red formal de relaciones lógicas; la consistencia y estructura lógica de dicha red determinaría la validez y aceptación de los conceptos teóricos y las conclusiones de las teorías científicas; la lógica y la filosofía de la ciencia deben ocuparse de la justificación de los conceptos e hipótesis científicas, en tanto que formando parte de una red formal de relaciones lógicas. El punto negativo consiste en excluir del campo propio de la lógica y la filosofía de la ciencia todo lo que tenga que ver con el contexto del descubrimiento. Los cambios que los conceptos e hipótesis científicas sufren de un momento temporal a otro son relegados a los campos de la psicología y la sociología. Mientras los nuevos conceptos e hipótesis científicas no se articulen en un sistema lógico no hay problema de justificación y, por tanto, no hay lugar para la tarea del filósofo: «Como dice el slogan resultante, “no hay lógica del descubrimiento”» <sup>73</sup>.

Después de este repaso general del programa vienés y tras aclarar el origen del modelo axiomático, Toulmin se cuestiona la utilidad de éste para solucionar los problemas que la ciencia plantea.

La discusión sobre el programa vienés, de cuyo cuestionamiento el simposio constituye una muestra, puede distribuirse, a juicio de Toulmin, en dos grandes grupos de problemas, cada uno de los cuales incluye, a su vez, varias cuestiones. Suponiendo que aceptemos la dicotomía entre lógica de la justificación y psicología del descubrimiento, la primera pregunta general sería: «¿El modelo axiomático puede utilizarse igualmente bien *en todos los casos* para analizar y juzgar el contenido intelectual de un determinado corte transversal temporal de una ciencia natural?» <sup>74</sup>. Si rechazamos dicha dicotomía, la segunda pregunta general sería: «¿*Puede* el modelo axiomático ser utilizado para analizar y juzgar los aspectos en que el contenido intelectual de una ciencia natural se desarrollan de un momento temporal a otro?» <sup>75</sup>.

71 Sobre la ciencia unificada como proyecto institucional del Círculo de Viena, cf. Echeverría, J., *Introducción a la metodología de la ciencia*, o. c., pp. 10-12.

72 Toulmin, S. E., *Postscriptum*, o. c., p. 658.

73 *Ibid.*, p. 660.

74 *Ibid.*

75 *Ibid.*

Antes de responder a estos dos grandes interrogantes, Toulmin, haciéndose eco del comentario de Robert Causey a David Bohm, contrapone la imagen estática de la ciencia a que conduce la concepción de la misma como un sistema lógico a una imagen dinámica que tome en consideración su desarrollo histórico, imagen ésta última que goza de mayor aceptación en la más reciente filosofía de la ciencia <sup>76</sup>.

El primer grupo de problemas incluye estas cuatro preguntas siguientes, que como afirma Echeverría, constituyen otros tantos puntos de divergencia de Toulmin respecto del programa vienés: «1a) ¿Existe alguna forma o *algún simbolismo standard y obligatorio* para analizar la estructura axiomática de cualquier teoría científica, sea la que sea? 1b) ¿Es la forma axiomática la única “estructura lógica” legítima para la ciencia o puede haber *otras formas lógicas* dentro de las que pueda ser legítimamente analizado el contenido de una teoría científica? 1c) ¿Cuál es la naturaleza de la “correspondencia” por la que los elementos formales de una teoría científica adquieren *relevancia o interpretación empíricas*? 1d) ¿Puede el contenido intelectual de la ciencia natural en un cierto corte temporal de su desarrollo ser expresado como una *red sistemática de relaciones lógicas*?» <sup>77</sup>.

Las distintas tendencias del Círculo de Viena vieron en la reducción al lenguaje fiscalista el medio adecuado para llevar a cabo su proyecto de unificación de la ciencia <sup>78</sup>. Pues bien, respondiendo a la pregunta 1a), Toulmin pone de relieve en su *Postscriptum* que ninguno de los participantes en el simposio y muy pocos filósofos de la ciencia contemporáneos están interesados en el programa de la Ciencia Unificada. Por lo demás, él mismo había dicho en su obra de 1953, *The philosophy of science*, que el significado de los términos depende de la teoría y que «la adopción de una nueva teoría involucra un *cambio en el lenguaje*» <sup>79</sup>. Como dijimos más atrás, a la concepción vienesa de las teorías científicas opone como alternativa un análisis *weltanschauungístico* de las mismas.

En lo que se refiere a la pregunta 1b), Toulmin sostiene la legitimidad de formas de estructura lógica no axiomáticas: «Hay, por ejemplo, ciencias naturales cuya articulación interna se despliega más naturalmente bajo forma taxonómica que bajo forma axiomática. ... De igual modo hay ciencias naturales, la óptica geométrica, por ejemplo, cuyos procedimientos explicativos *standard* emplean técnicas gráficas más que matemáticas; hay ciencias construidas sobre el uso de programas de computador y así sucesivamente» <sup>80</sup>. De manera que los análisis axiomáticos no son prioritarios ni mucho menos obligatorios, máxime cuando además se ha abandonado el intento de la ciencia unificada. De este modo, no sólo rechaza Toulmin el fiscalismo, sino la reducción de las teo-

<sup>76</sup> Para las intervenciones de D. Bohm y R. Causey en el simposio (sesión IV), ver Suppe, F., *E.T.C.*, o. c., pp. 421-450.

<sup>77</sup> Toulmin, S. E., *Postscriptum*, o. c., p. 661.

<sup>78</sup> Cf. Echeverría, J., *Introducción a la metodología de la ciencia*, o. c., p. 11.

<sup>79</sup> Toulmin, S. E., *The philosophy of science*, o. c., pp. 13.

<sup>80</sup> Toulmin, S. E., *Postscriptum*, o. c., p. 662.



rias científicas a sistemas axiomatizados, otro de los grandes pivotes de la Concepción Heredada <sup>81</sup>.

La pregunta 1c) es planteada por el problema de la aplicación de las teorías científicas y su articulación formal; se trata «de explicar qué suerte de “correspondencia” hay entre las afirmaciones y conceptos teóricos de la ciencia y sus aplicaciones empíricas» <sup>82</sup>. Sobre esta cuestión los participantes en el simposio mantienen puntos de vista muy diversos entre sí; entre todos ellos, Toulmin parece simpatizar con el de Hilary Putnam <sup>83</sup>, para quien «la noción de “reglas de correspondencia” sólo serviría para encubrir profundas confusiones sobre la aplicación explicativa de las teorías científicas... Putnam descarta resueltamente la mayor parte de las barreras lógicas levantadas por el Círculo de Viena entre (por ejemplo) teoría y práctica o entre conceptos y su aplicación y traslada deliberadamente el problema de decidir sobre las ideas científicas al campo de la práctica y de la vida cotidiana... Para Putnam la única distinción que aún permanece entre teoría científica y su “fundamento empírico” es la distinción entre dicha teoría formulada y considerada en abstracto —en términos puramente intelectuales— y la misma teoría, utilizada para ordenar nuestras formas de vida y aceptada para comprobar su éxito explicativo en el mundo de la práctica» <sup>84</sup>. Por su parte, Toulmin había tratado este problema de la aplicación de las teorías científicas en *The philosophy of science*. Como indicábamos más atrás, en esta obra sostiene que las teorías y las leyes son modos de representar fenómenos, para cuya aplicación se recurre generalmente a modelos, cuya función es «capacitar al científico para “ver” fenómenos del modo en que su teoría requiere. La ley es la fórmula esquemática, y el modelo proporciona la carne o interpretación requerida para poder aplicarla a los fenómenos» <sup>85</sup>.

En su respuesta a la pregunta 1d), Toulmin pone en cuestión el axioma central de la tradición vienesa. La pregunta era si el contenido de una ciencia puede, en un determinado corte temporal de su desarrollo, ser expresado como una red sistemática de relaciones lógicas. En su respuesta a esta cuestión, Toulmin se apoya en la contribución de Shapere al simposio. Las relaciones internas de una ciencia no son necesariamente lógicas y axiomáticas y prueba de ello es que, de hecho, las ciencias toleran un cierto grado de «agujeros» (*gappiness*), incoherencias e incluso inconsistencias lógicas; y estas inconsistencias no son meramente accidentales sino en ocasiones hasta exigidas: «En ciertos campos, por ejemplo, en la electrodinámica cuántica, los procedimientos normales de explicación pueden hasta exigirnos que nos contradigamos: aceptando, para los objetivos de determinados cálculos, que  $p$  —por ejemplo, “el electrón tiene un radio cero”—, mientras que para otros cálculos nos vemos obligados a acep-

81 Cf. Echeverría, J., *Introducción a la metodología de la ciencia*, o. c., p. 65.

82 Toulmin, S. E., *Postscriptum*, o. c., p. 663.

83 Cf. Echeverría, J., *Introducción a la metodología de la ciencia*, o. c., p. 65.

84 Toulmin, S. E., *Postscriptum*, o. c., pp. 663-665.

85 Toulmin, S. E., *The philosophy of science*, o. c., p. 165. Cf. también Echeverría, J., *Introducción a la metodología de la ciencia*, o. c., p. 65.

tar que *no-p* —por ejemplo, “el electrón tiene un radio no cero”—<sup>86</sup>. Que los defensores de la tradición vienesa no se hayan fijado en estas inconsistencias y que no las hayan considerado esenciales para la ciencia se debe, en último término, a la extrapolación de un caso que más bien debe calificarse de atípico —la mecánica teórica— a toda la ciencia natural: «necesitamos, más bien, darnos cuenta de cuán excepcional es la ciencia de la mecánica... Más que formar un compacto sistema lógico, los conceptos de una ciencia natural típica son un agregado o cúmulo: en cualquier momento dado no poseen todos el mismo campo empírico de aplicación, sólo algunos de ellos tienen interdependencia lógica y algunos pueden ser mutuamente inconsistentes»<sup>87</sup>.

Y si el modelo axiomático es insuficiente para analizar y juzgar el contenido de las teorías científicas en un determinado corte temporal, que es el primer problema formulado, aún se muestra más insuficiente cuando se trata de describir el desarrollo de su contenido de un momento temporal a otro, que constituye el segundo problema planteado.

La respuesta a este segundo problema conduce a Toulmin a delimitar lo que a su juicio debe constituir el problema central de la filosofía de la ciencia, el cambio científico.

Toulmin afirma, siguiendo a Shapeare, que son precisamente los fallos, incoherencias y contradicciones entre los conceptos de una «ciencia natural típica» lo que da lugar a sus «*problemas conceptuales*» y, lo que obliga a los científicos a introducir «*cambios conceptuales*»; ahora bien, esto es precisamente «lo que las mantiene como científicas»: «Una ciencia típica, lejos de formar un sistema lógico completo, permanece como tema vivo y activo, como campo de desarrollo de la investigación gracias a sus fallos lógicos y a sus inconsistencias; su real carácter *atípico*, *no sistemático*, *no axiomático* es lo que genera la verdadera persecución de sus problemas»<sup>88</sup>.

Adelantando algunas ideas que desarrollará más ampliamente en el primer volumen de *La comprensión humana*<sup>89</sup>, 1972, Toulmin piensa, con Shapeare, que una ciencia natural típica debe ser caracterizada como una empresa racional. La comprensión de sus conceptos exigirá analizar no sólo sus interrelaciones lógicas, sino sobre todo los procedimientos racionales mediante los cuales se afrontan los problemas conceptuales en su desarrollo histórico. Toulmin detecta como defecto capital de la tradición vienesa el haber identificado lo racional con lo lógico. Es esta identificación, y la consiguiente negativa a tratar cualquier relación no susceptible de análisis formal, lo que ha conducido a esta tradición a eliminar el tema del cambio científico, lo que, a su vez, ha generado la falsa imagen de la ciencia como algo estático, «—incluso como— instantá-

86 Toulmin, S. E., *Postscriptum*, o. c., pp. 665-666.

87 *Idem*, p. 667.

88 *Ibid.*

89 *Human Understanding*, vol. I: *The collective use and evolution of concepts*, Princeton University Press, Princeton 1972. Trad. cast.: *La comprensión humana I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*, Alianza Editorial, Madrid 1977. Nuestras citas se referirán a esta edición española, que citaremos como *La comprensión humana I*.

nea"—»<sup>90</sup>. Y ya no vale, dice Toulmin, eludir la objeción aduciendo el «agotado aforismo» de que «no hay lógica del descubrimiento», porque «la cuestión aquí no reside en si existen ciertas relaciones formales (o cuasi formales) entre conceptos y teorías actuales a través de cortes sucesivos de una ciencia, o algún algoritmo para comparar sus méritos respectivos; más bien reside en qué clase de procedimientos racionales toman parte en la introducción, aceptación y perfeccionamiento de los conceptos científicos, en casos donde *no se pretende* que existan relaciones formales, matemáticas o lógicas... La cuestión que ahora ha de ser abordada—...—es en qué consiste la racionalidad del procedimiento científico cuando los problemas conceptuales y los cambios en cuestión son esencialmente *no-matemáticos e informales*»<sup>91</sup>.

Frente a la imagen propiciada por cincuenta años de dominio de la concepción vienesa de las teorías científicas, Toulmin propugna una «imagen móvil» de la ciencia natural. Y, ya casi finalizando el *Postscriptum*, perfila Toulmin el enfoque general de esta nueva interpretación, ya en parte indicado por Putnam, Nickles y Shapere. Habrá que preguntarse en primer lugar por los «cometidos explicativos», según los cuales ha tenido lugar la introducción de nuevos conceptos y teorías, para preguntarse después por las «consideraciones racionales» que guían el establecimiento de los mismos, bien como «posibilidades», bien como *efectivas explicaciones*; además no será necesario que dichas consideraciones se presten a un análisis de tipo lógico; en esta interpretación dinámica de la ciencia se tomará en consideración «mucho de lo que los empiristas descartaron como “psicología del descubrimiento” y mucho de lo que Thomas Kuhn ha dejado para la “sociología de la ciencia”»<sup>92</sup>.

La cuestión central, dice Toulmin recapitulando, es «cómo los conceptos y familias de conceptos, normales en un cierto corte de la ciencia considerada, se *transforman racionalmente* en los de sucesivos cortes»; y a esta cuestión habrá que responder no «en términos abstractos y formales», sino atendiendo a «los objetivos explicativos» de las diferentes ciencias, o como Toulmin prefiere llamarlas, «empresas científicas»<sup>93</sup>.

En suma, además de rechazar la concepción neopositivista de la ciencia, Toulmin ha detectado su defecto capital, la identificación de lo racional con lo lógico, una denuncia que vimos ya en sus planteamientos anteriores sobre la ética y la lógica. Sin duda es ésta una idea central, que constituye tanto el presupuesto de sus críticas como el punto de partida de sus nuevos planteamientos. Su posición en el *Postscriptum* es clara: frente a la preocupación por la estructura lógica de la ciencia, la investigación filosófica debe atender al desarrollo racional de las empresas científicas. El problema central en la filosofía de la ciencia es el cambio científico o, como Toulmin lo llama, el «cambio conceptual».

90 Toulmin, S. E., *Postscriptum*, o. c., p. 668.

91 *Ibid.*

92 *Idem*, p. 669.

93 *Idem*, p. 671.

### 3. ANÁLISIS EVOLUTIVO DEL CAMBIO CIENTÍFICO

En el artículo titulado *Does the distinction between normal and revolutionary science hold water?*<sup>94</sup>, que recoge su contribución al Coloquio internacional de filosofía de la ciencia celebrado en Londres en 1965, Toulmin somete a discusión la concepción kuhniana del cambio científico<sup>95</sup>.

Según Toulmin, el nuevo artículo de Kuhn, «Logic of discovery or psychology of research»<sup>96</sup>, que constituye la contribución del segundo al mismo coloquio, presenta algunos cambios significativos respecto de su análisis del cambio científico en trabajos anteriores: primero, en su trabajo de 1961, «The foundation of dogma in scientific research»<sup>97</sup>, y después en su libro de 1962, *The structure of scientific revolutions*<sup>98</sup>.

Apoyándose en dichos cambios, Toulmin llega a esbozar en este trabajo los rasgos generales de una nueva concepción del cambio científico: una teoría evolutiva del mismo.

En el artículo de 1961, Kuhn utilizaba la palabra «dogma» para caracterizar la ciencia normal. Ya en el libro de 1962 abandona dicho término, pero mantiene una distinción radical entre «ciencia normal» y «ciencia revolucionaria». Se sirve de la idea de «revolución», como concepto explicativo del cambio de una etapa de ciencia normal a otra, y establece una diferencia absoluta entre los cambios que tienen lugar en la fase normal y los que tienen lugar en la fase revolucionaria.

Reflexionando sobre el término revolución en la esfera política, Toulmin llega a la conclusión de que la argumentación de Kuhn «iba demasiado lejos, al implicar la existencia en las teorías científicas de discontinuidades más profundas y menos explicables que las que de hecho ocurren»<sup>99</sup>.

Sirviéndose de una analogía tomada de la historia de la paleontología, Toulmin va a mostrar que los cambios de Kuhn en su nuevo artículo tienen como resultado inevitable el abandono de la distinción entre fases normales y

94 Trad. cast. 'La distinción entre ciencia normal y ciencia revolucionaria ¿resiste un examen?' (en lo sucesivo D.N.R.), en Lakatos, I. y Musgrave, A., *La crítica y el desarrollo del conocimiento*. Actas del Coloquio internacional de filosofía de la ciencia, celebrado en Londres en 1965, Grijalbo, Barcelona 1975, pp. 133-147. Nuestras citas se referirán a esta edición.

95 Kuhn responde a estas críticas de Toulmin en su 'Reflections on my critics'. Trad. cast.: 'Consideración en torno a mis críticos', en Lakatos, I y Musgrave, A., *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, o. c., pp. 391-455. Para su respuesta a Toulmin, ver pp. 413ss.

96 Trad. cast.: 'Lógica del descubrimiento o psicología de la investigación', en Lakatos, I y Musgrave, A., *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, o. c., pp. 81-111.

97 Este trabajo fue leído en esa fecha en el Worcester College, Oxford, y fue impreso en Crombie A. C., ed., *Scientific change: historical studies in the intellectual, social and technical conditions for scientific discovery and technical invention from antiquity to the present*, 1963, pp. 347-369.

98 University of Chicago Press, Chicago 1962. En 1970 se publicó en Chicago University Press una nueva edición con un «Postscript», que introduce algunos matices en la teoría de los paradigmas. Trad. cast.: *La estructura de las revoluciones científicas*, F.C.E., Madrid 1977.

99 Toulmin, S. E., D.N.R., o. c., p. 136.

fases revolucionarias. Entre los años 1825 y 1860 había dos sistemas paleontológicos opuestos: la teoría de las catástrofes, tal como la defendieron Cuvier en Francia y Agassiz en Harvard, y la teoría uniformista de Hutton, Lyell. Frente a los defensores de la teoría uniformista que atribuían todo tipo de cambios geológicos y paleontológicos a unos mismos agentes, los defensores de la otra teoría, subrayando las profundas discontinuidades geológicas y paleontológicas, atribuían éstas a la existencia de catástrofes. Para estas catástrofes no se encontraba una explicación racional; no era posible dar cuenta de estos cambios en términos de mecanismos geológicos naturales, tal como se hacía, por ejemplo, para explicar la formación de estratos sedimentarios normales.

Sin embargo, si bien la insistencia de los catastrofistas en las discontinuidades fue importante como desafío a los uniformistas, la investigación ulterior puso de relieve que ni las discontinuidades eran tan universales ni eran tan inabordablemente racionales. En realidad fue así como se resolvió el conflicto entre las dos teorías: del lado de los uniformistas, las ideas se hicieron progresivamente más catastrofistas; en el campo catastrofista, las ideas evolucionaron en sentido opuesto: «lo que en un principio fueron “catástrofes” dejaron de serlo y se volvieron tan uniformes y sujetas a leyes como cualquiera otros fenómenos geológicos y paleontológicos»<sup>100</sup>. Y, aunque los catastrofistas no lo apreciaron de inmediato, el resultado fue la demolición de la distinción entre lo «normal» y lo «catastrófico». Frente a la teoría de Cuvier, Agassiz optó por un catastrofismo moderado.

Toulmin piensa que la evolución de las ideas de Kuhn es comparable a la situación que acabamos de describir. En su artículo de 1961 y en su libro de 1962, Kuhn insistió en el carácter revolucionario de algunos cambios científicos, y eso era importante. Pero Kuhn caracterizó esas discontinuidades como absolutas y creó una situación en la que había una total incompreensión entre los defensores del paradigma anterior y los del paradigma posterior a la revolución, por ejemplo, entre un físico clásico y un físico relativista. Sin embargo, de hecho, muchos físicos vivieron el cambio de un sistema a otro y pudieron decir por qué habían pasado del sistema newtoniano al einsteiniano.

Pero la posición actual de Kuhn se corresponde, a juicio de Toulmin, con el catastrofismo modificado de Agassiz. Las revoluciones de Kuhn se hacen ahora tan frecuentes que dejan de ser tales, para transformarse en «unidades de variación» del proceso del cambio científico, con lo cual la original distinción entre cambio normal y cambio revolucionario se desvanece.

A la luz de estos resultados, Toulmin plantea en este lugar la necesidad de una nueva teoría del cambio científico. Esta nueva teoría «tendría que ir más allá, tanto del concepto de «revoluciones» de Kuhn, como de los puntos de vista uniformistas a los que él renunció, del mismo modo que la reinterpretación evolucionista de la paleontología que llevó a cabo Darwin fue más allá tanto del catastrofismo de Cuvier como del uniformismo de Lyell»<sup>101</sup>.

100 *Idem*, p. 138.

101 *Idem*, p. 140.

La alternativa que Toulmin propone al catastrofismo de Kuhn es una teoría evolutiva del cambio científico <sup>101 bis</sup>. En este artículo de 1965, Toulmin esboza los rasgos generales de dicha teoría. El cambio científico va a articularse en los términos de «variación» y «perpetuación selectiva» <sup>102</sup>. Las «microrrevoluciones» de Kuhn serán consideradas como «unidades de variación». De éstas, que tienen su origen en las mismas teorías aceptadas en un momento dado, sólo una pequeña parte sobrevivirá y pasará a la generación siguiente <sup>103</sup>.

De este modo el problema del cambio científico incluirá dos grupos principales de cuestiones: «¿Qué factores determinan el número y la naturaleza de las variantes teóricas propuestas a consideración en una ciencia determinada durante un período dado? (la contrapartida, en la evolución biológica, a la pregunta acerca de las formas mutantes). Por otra parte debemos preguntar: Qué factores y qué consideraciones determinan cuáles son las variantes intelectuales que logran aceptación, para llegar a establecerse en el cuerpo de ideas que sirven como punto de partida para la siguiente ronda de variaciones? (la contrapartida a las preguntas biológicas sobre la selección)» <sup>104</sup>.

Ambas cuestiones constituyen el meollo de la teoría evolutiva de Toulmin. Además piensa que este nuevo enfoque del cambio científico puede ayudar a resolver la vieja cuestión acerca de la influencia de factores internos y factores externos en el desarrollo de la ciencia. Es presumible, sugiere, que las innovaciones respondan a factores de carácter externo, esto es, a las «oportunidades que el contexto social proporciona para hacer trabajo original en la ciencia en cuestión», y que, en cambio, los criterios de selección sean «asunto ampliamente profesional y por tanto interno» <sup>105</sup>.

La descripción completa de esta teoría se hace en el libro de 1972 *La comprensión humana. I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. En esta obra Toulmin recoge su discusión sobre la hipótesis revolucionaria de Kuhn, expuesta en el artículo que acabamos de considerar, y muestra esa hipótesis como dependiente de un modelo epistemológico «supersistemático», que se propone sustituir por uno nuevo, al que llama «populacional» <sup>106</sup>.

En este trabajo no vamos a exponer dicha descripción. Nos limitaremos a señalar que en el libro de 1972 Toulmin presenta su análisis evolutivo del cambio científico como la primera parte de un programa epistemológico, que piensa desarrollar en tres tomos <sup>107</sup>, y que contrapone al modelo epistemológico tradicional.

101 bis Sobre la analogía evolucionista de Toulmin, ver Lossee, J., *Filosofía de la ciencia e investigación histórica*, o. c., pp. 153-155.

102 Toulmin, S. E., *D.N.R.*, o. c., p. 142.

103 *Idem*, p. 141.

104 *Ibid.*

105 *Idem*, p. 142.

106 Cf. *La comprensión humana I*, o. c., pp. 133ss.

107 No tengo noticias de que Toulmin haya publicado por fin esos dos otros tomos anunciados en el primero.

Al principio del primer tomo perfila las líneas generales de ese nuevo programa. Toulmin denuncia la actual dicotomía entre teoría y práctica del conocimiento y se opone a la consideración de la epistemología como una disciplina autónoma, en total desconexión con las ciencias naturales y humanas. Ciertamente sus problemas centrales no son meramente fácticos, en tanto que conciernen a cuestiones de justificación, pero exigen ser reconsiderados a la luz del desarrollo real del conocimiento fáctico y, por tanto, en relación dialógica con las ciencias naturales y humanas <sup>108</sup>.

La actual desconexión entre la epistemología y las ciencias naturales y humanas se debe a juicio de Toulmin a que la primera sigue descansando en presupuestos que se remontan al siglo XVII y, por tanto, a un contexto intelectual totalmente diferente. El debate epistemológico del siglo XX sigue sujeto a un esquema que, si bien estaba de acuerdo con el estado de desarrollo de la física y de la psicología y la fisiología del siglo XVII, está totalmente desfasado respecto de los desarrollos científicos alcanzados en el siglo XX.

Los pensadores del siglo XVII, como Descartes y Locke, compartían estos tres supuestos: 1) la creencia en un orden fijo de la naturaleza; 2) la creencia en el carácter esencialmente inerte de la materia, y 3) el ideal euclídeo de certeza. Por influencia del primer axioma, la epistemología tradicional se centró en la tarea principal del análisis de los principios fijos y universales del conocimiento humano. Al orden fijo de la naturaleza se le hace corresponder una naturaleza humana también fija y una relación entre ambos términos igualmente inmutable. El segundo axioma, cuya influencia es perceptible incluso en Russell, condujo a una radical separación entre los problemas epistemológicos y los procesos empíricos de la neurofisiología. Por último, el tercer axioma condujo a la adopción del modelo matemático de certeza como paradigma exclusivo de racionalidad <sup>109</sup>. Todas estas presuposiciones impusieron el siguiente cuadro epistémico: «El Hombre como sujeto cognoscente Racional frente a la Naturaleza como objeto inmutable de conocimiento» <sup>110</sup>.

Pero cada uno de esos tres axiomas ha sido puesto en entredicho por los recientes desarrollos de las ciencias naturales y humanas. Frente a la creencia en un orden fijo de la naturaleza, la ciencia opta hoy por una concepción evolutiva de la misma. En consecuencia, una epistemología adecuada a los desarrollos científicos del siglo XX deberá sustituir la idea de una relación inmutable entre una naturaleza invariable y un hombre invariable, por la idea de una relación variable entre esos dos términos, ambos variables. En segundo lugar, tanto la física como la fisiología ponen de relieve que la relación materia-mente no puede seguir planteándose en los mismos términos dualistas. Por último, la aparición de las geometrías no euclidianas ha supuesto la distinción entre consistencia formal y validez empírica, y ha llevado a pensar, como ya empezara a ver Kant, que la confianza en la geometría euclidiana procede, en gran parte, del hecho de que es una creación nuestra.

108 Cf. *La comprensión humana* I, o. c., pp. 23ss.

109 Cf. *Idem*, pp. 29ss.

110 *Idem*, p. 39.

En los tres tomos proyectados de *Human Understanding*, Toulmin se propone elaborar un nuevo cuadro epistémico acorde con todos estos nuevos aspectos. Cada uno de los tres tomos está pensado como la réplica correspondiente a los tres axiomas básicos del cuadro epistémico tradicional. El tomo primero se centra en la dimensión colectiva de los conceptos; deja a un lado la pregunta tradicional por los principios universales del conocimiento y atiende a los conceptos en su desarrollo histórico. El tomo segundo los considerará en su dimensión individual, es decir, en su captación psicológica, a luz de la ciencia neurológica del siglo XX y dejando a un lado el viejo problema mundo externamente. Por último, el tomo tercero desarrollará la cuestión central de la autoridad de los conceptos, teniendo en cuenta los resultados de las dos partes anteriores y dejando a un lado el ideal euclídeo de certeza. Toulmin llama a cada uno de estos tres tomos «crítica de la razón colectiva»<sup>111</sup>, «crítica de la razón individual»<sup>112</sup> y «crítica del juicio»<sup>113</sup>.

Todo este proyecto epistemológico tiene a la base y se propone desarrollar una idea de racionalidad que no quiere ser reducida a la sistematicidad lógica: «Los hombres demuestran su racionalidad, no ordenando sus conceptos o creencias en rígidas estructuras formales, sino por su disposición a responder a situaciones nuevas con espíritu abierto, reconociendo los defectos de sus procedimientos anteriores y superándolos. Aquí, nuevamente, las nociones fundamentales son las de “adaptación” y “exigencia”, más que las de “forma” y “validez”»<sup>114</sup>.

ANA M.ª ANDALUZ ROMANILLOS

111 Cf. *Idem*, pp. 36ss.

112 En relación con esta denominación cabe mencionar el título Toulmin S. E., *Kritik der kollektiven Vernunft*. Übers. von Hermann Vetter. Suhrkamp, Frankfurt a. M. 1983.

113 Toulmin, S. E., *La comprensión humana I*, o. c., p. 11.

114 *Idem*, p. 12. Sobre la problemática tratada en el primer tomo de *La comprensión humana* cabe mencionar algunos títulos posteriores a esta obra: Toulmin, S. E., 'Darwin und die Evolution der Wissenschaften', Übers. von F. Urger, *Dialektik*, 5 (1982) 68-78; también 'Conceptual communities and rational conversation', *Archives de Philosophie*, 54 (1986) 179-187. Sobre la epistemología evolucionista propuesta por Toulmin y algunos otros aspectos de *La comprensión humana I*, cf. Bayertz, K., 'Wissenschaftsentwicklung als Evolution? Evolutionäre Konzeptionen Wandels bei Mach, Karl Popper und Stephen Toulmin', *Zeitschrift für Allgemeine Wissenschaftstheorie - Journal for General Philosophy of Science*, 18 (1987) 66-91; Dou, A., *Evolucionismo y cultura*, Mensajero, Bilbao 1983, pp. 101-107; Gründfeld, J., 'Toulmin's intellectual ecology', *Science et Esprit*, 37 (1985) 69-73; Lorite Mena, J., 'Objetividad, deseo de verdad y hermenéutica', *Pensamiento*, 40 (1984) 3-33; Losee, J., 'Limitations of an evolutionist philosophy of science [S. Toulmin]', *Studies in History and Philosophy of Sciences*, 8 (1977) 349-352.