

PRESUPUESTOS BÁSICOS DE LA CIENCIA Y CAMBIO CIENTÍFICO

JESÚS MARTÍNEZ VELASCO
Colegio Universitario de Soria

1. *Introducción*

Desde una perspectiva histórica, y una vez rechazado el “mito de lo dado”, para el cual el mundo, nuestro conocimiento de él y nuestro lenguaje acerca del mismo nos son inevitablemente dados, se observa que la ciencia se ha ido desarrollando en el marco de unas tradiciones de investigación y dentro de las exigencias de una metodología de investigación y de justificación, como condiciones de posibilidad del conocimiento científico.

El problema que vamos a examinar es si esos supuestos básicos constituyen condiciones cuasi inmutables o si, por el contrario, son susceptibles de cambio y, en el caso de que lo sean, si podemos hablar de un cambio racional y progresivo.

En la epistemología contemporánea, existen dos figuras que representan estas dos formas de entender el cambio científico: a) la de Kuhn, que concibe la ciencia en desarrollo durante largos periodos como *ciencia normal*, en el seno de una tradición (paradigma), y de la que sólo se produce una reorganización cuando se ha tomado conciencia de un problema y de la necesidad de su resolu-

ción;¹ y b) la de Popper, que ve la ciencia en una situación de revolución permanente, en la que el debate, la crítica y el desacuerdo actúan como el principal motor del cambio científico. Popper considera compatible el carácter racional de la ciencia con la crítica al *mito del marco*, que para él no es ni un principio lógico ni está basado en ningún principio lógico.² Para Popper, desde las exigencias del método crítico asistimos a una concepción de la ciencia esencialmente revolucionaria y no por ello menos racional y progresiva; en cambio, para Kuhn, cuando las estructuras paradigmáticas de una ciencia están bien establecidas, la crítica no es una actividad habitual y la racionalidad, para que tenga éxito, no puede cuestionar su propia ideología y el marco conceptual en que se desarrolla.

Al lado del mito del marco conceptual y cuando se analizaron algunas consecuencias no racionales de éste, la mayoría de los filósofos de la ciencia planteó el mito de un método de control y de comprobación, capaz de establecer una lógica de la investigación, más allá de cualquier decisionismo personal. No obstante, frente a actitudes más intransigentes, como la de Bunge, para quien la peculiaridad de la ciencia consiste en el método científico,³ nos situamos en aquellas posiciones que, como la de Toumela, ven el método científico como una colección de principios plásticos, en consonancia con el carácter eminentemente positivo que supone la autocorrección de la ciencia y que afecta tanto a los métodos como a sus resultados o produc-

¹ T.S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, México, F.C.E., 1971, p. 93.

² K.R. Popper, *The Myth of Framework*, en J.C. Pitt y M. Pera (comps.), *Rational Changes in Science. Essays on Scientific Reasoning*, Reidel, Dordrecht, 1987, p. 36.

³ M. Bunge, *La investigación científica*, Ariel, Barcelona, 1972, p. 22.

tos.⁴ Aunque resulte un difícil equilibrio, las exigencias normativas del método científico deberían ser compatibles con el pluralismo metodológico y teórico, como admite Feyerabend, para quien la imaginación creadora debería ser el camino por seguir en la investigación científica, y en cierto grado tal vez no de ambigüedad, pero sí de tensión interna, característico, como dice Kuhn, de todas las reglas metodológicas.⁵ Para el tema que ahora nos ocupa, simplemente vamos a dejar planteado el interrogante de sobre qué fundamentos existiría una metodología del cambio teórico justificada como racional.⁶

A continuación nos vamos a centrar en el análisis del cambio científico, del cambio teórico o conceptual, tomando como puntos de referencia las principales teorías epistemológicas contemporáneas (Kuhn, Lakatos, Popper y, principalmente, Laudan), entre las cuales intentaremos hacer un planteamiento crítico. Paradigmas, programas y tradiciones de investigación configuran el marco en torno al cual hacen girar sus respectivas concepciones del cambio científico y dentro de las cuales se produce la construcción de la ciencia.

2. *Paradigmas, programas y tradiciones de investigación*

En general, tanto Kuhn como Lakatos y Laudan están de acuerdo en que las unidades para comprender el cambio científico son estructuras conceptuales de gran escala, las

⁴ R. Toumela, "Science, Protoscience and Pseudoscience", en J.C. Pitt y M. Pera (comps.), *op. cit.*, p. 84.

⁵ L. Laudan, "Kuhn's Critique of Methodology", en J.C. Pitt (comp.), *Change and Progress in Modern Science*, Reidel, Dordrecht, 1985, p. 291.

⁶ En otro lugar hemos planteado el problema del método científico, véase J. Martínez Velasco, "La unidad del método científico: explicar y comprender", *Contextos*, vol. VIII, no. 15-16, 1990, pp. 43-76.

que Laudan llama globalmente *guiding assumptions*,⁷ cuya característica es su resistencia al cambio (a pesar de las dificultades empíricas o de las pruebas observacionales negativas), hasta que se disponga de una nueva unidad estructural que reemplace las dominantes hasta entonces.

Los tres autores coinciden en afirmar que la investigación científica sólo se lleva a cabo dentro de un sistema de creencias, de valores y de técnicas compartidas por una comunidad, puesto que, como dice Laudan, las *guiding assumptions* proporcionan criterios adecuados para la solución de problemas, así como guías para modificar y transformar las teorías y probar su eficacia en la solución de problemas.⁸ Pero existen, a mi juicio, discrepancias fundamentales que producen efectos claramente diferenciales en la manera de entender el cambio científico. Frente a la coexistencia de paradigmas, programas y tradiciones de investigación rivales que admiten Lakatos, Feyerabend y Laudan, Kuhn cree que la historia de la ciencia es una sucesión de paradigmas, además de otros desacuerdos que afectan la estructura y función de los postulados básicos, las relaciones entre ellos, la racionalidad o no del cambio de *guiding assumptions*, la posibilidad de comunicación entre científicos que comparten diferentes marcos teóricos, reglas y objetivos, etcétera.

Sin embargo, el atrincheramiento en los límites de un marco conceptual no debería, según Popper, dificultar la comunicación entre participantes de distintos postulados básicos, ni impedir la discusión racional, incluso cuando afecta los principios o axiomas de nuestra investigación.

⁷ L. Laudan, y otros, "Scientific Change: Philosophical Models and Historical Research", *Synthese*, no. 69, 1986, p. 154.

⁸ L. Laudan, *Progress and its Problems: Towards a Theory of Scientific Growth*, Routledge & Kegan, Henley/Londres, 1977, pp. 79 y 92.

La existencia de esos axiomas ciertamente parece desafiar la racionalidad de la ciencia,⁹ a la que, por otro lado, ni Kuhn, ni Lakatos, ni Laudan están dispuestos a renunciar, aunque por razones distintas, algunas de las cuales ponen en tela de juicio el concepto mismo de racionalidad. ¿Se puede hablar de racionalidad cuando, como ocurre en Kuhn, no se acepta cuestionar la propia ideología ni se permite desafiar la tradición, único ámbito donde es posible una investigación valiosa, salvo en momentos de excepción cuando se produce una revolución científica?

La dialéctica entre tenacidad, crítica y proliferación nos parece que responde mejor al discurrir histórico de la investigación científica que la tesis kuhniana de la existencia continuada de largos periodos de ciencia normal, sólo rotos en momentos de crisis. La existencia en la ciencia de un marco teórico y de una estructura organizada, comúnmente aceptados, desde los cuales interpretar la realidad, no obliga a permanecer en ese marco y a seguir haciendo ciencia normal, sino a intentar romperlo mediante la crítica y las conjeturas arriesgadas, con el fin de no caer, como dirá Popper, ni en el dogmatismo ni en el adoctrinamiento, verdaderos peligros para la ciencia.¹⁰ Sin embargo, consideramos que esta actitud crítica debería afectar no sólo a los resultados de la investigación y a los marcos conceptuales desde los que la realizamos, sino al propio procedimiento metodológico, cosa a la que Popper en cierto modo renuncia. No así, en cambio, Feyerabend cuando, después de calificar la cien-

⁹ J.N. Hattiangadi, "Rationality and the Problem of Scientific Traditions", en J. Agassi e I.C. Jarvie (comps.), *Rationality: The Critical View*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1987, p. 87.

¹⁰ K.R. Popper, "La ciencia normal y sus peligros", en I. Lakatos y A. Musgrave (comps.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Grijalbo, Barcelona, 1975, p. 152.

cia normal kuhniana de dogmática, autoritaria y proclive a la cerrazón mental,¹¹ renuncia a la situación de privilegio que tradicionalmente se ha otorgado al método científico en favor de la imaginación creadora, desde la cual se puede explicar la pluralidad no sólo de teorías, sino de problemas y también de métodos, necesarios para la innovación teórica y para el progreso y el desarrollo de la ciencia. Pero es interesante subrayar que esta pluralidad no es sucesiva, sino yuxtapuesta. Aceptar la idea popperiana de la ciencia entendida como un proceso de revolución permanente no es fácil; los cambios en las teorías, métodos y objetivos no se producen de una manera súbita: existe resistencia al cambio. Como dirá Lakatos, “la crítica de un programa es un proceso largo y a menudo frustrante”.¹² Mientras tanto, pueden coexistir programas de investigación rivales y cambios de problemática progresivos y degenerativos, en los que la crítica se convierte ciertamente en la esencia de la creatividad.

La visión acerca de la concepción popperiana del método científico a veces resulta ambigua. Oscila entre una actitud de pluralismo crítico y de tolerancia, que lleva a Popper a quejarse del “erróneo y equivocado naturalismo y científicismo metodológico” y de que “el científico objetivo y libre de valores no es el científico ideal”,¹³ al lado de la defensa que en el capítulo II de *La lógica de la investigación científica* hace de una metodología en el sentido de una teoría de las reglas de juego de la ciencia. Para

¹¹ P. Feyerabend, “Consuelos para un especialista”, en I. Lakatos y A. Musgrave (comps.), *op. cit.*, p. 355.

¹² I. Lakatos, “La falsación y la metodología de los programas de investigación científica”, en I. Lakatos y A. Musgrave (comps.), *op. cit.*, p. 355.

¹³ K.R. Popper, “La lógica de las ciencias sociales”, en T.W. Adorno (comp.), *La disputa del positivismo en la sociología alemana*, Grijalbo, Barcelona, 1973, pp. 104 y 111.

Popper, lo fundamental en la investigación es la lógica de la justificación, no la lógica del descubrimiento, que no existe. Popper tiene la habilidad de decir sí y no al mismo tiempo. Dice que “el racionalismo está lejos de ser global o completo en sí mismo”, pero afirma que sólo con base en un concepto de verdad con valor objetivo se puede construir una sociedad intelectualmente libre. El racionalismo a medias de Popper o su racionalismo crítico no le impide mantener una metodología normativa del comportamiento científico, gracias a la cual, como en Lakatos, es posible una explicación racional del cambio científico, aunque Lakatos no concibe la crítica como el instrumento de destrucción inmediata de un programa de investigación, ya que la racionalidad no está exenta de cierta dosis de dogmatismo, compatible con la posibilidad de múltiples programas de investigación en competencia.

Pero, ¿por qué hacer de la metodología un fin en sí mismo y decidir si es o no intrínsecamente racional hasta el punto de hacer depender la racionalidad de la ciencia de la racionalidad del método científico? Nos inclinamos, más bien, a afirmar, con M. Albert,¹⁴ que la metodología y su racionalidad tienen valor de medio, están relacionadas con un objetivo cognoscitivo de solución de problemas y, como dice Nickles,¹⁵ son más una teoría de la investigación que una lógica o epistemología en sentido estricto. La metodología debe estar interesada en el proceso de investigación, no sólo en el producto. Si la ciencia exige marcos conceptuales abiertos, desde los cuales expandir nuestra capacidad creativa e innovadora, y no un marco cerrado, que opere como condición previa insuperable de todo nuestro conocimiento

¹⁴ M. Albert, “Science and the Search for Truth”, en J. Agassi e I.C. Jarvie (comps.), *op. cit.*, p. 79.

¹⁵ T. Nickles, “Methodology, Heuristics and Rationality”, en J.C. Pitt y M. Pera (comps.), *op. cit.*, p. 126.

del mundo, también debe exigir una pluralidad de métodos que, junto con la crítica, la discusión y el debate, permitan prolongar lo que ha constituido, según Popper, la historia de nuestra tradición, a saber, la discusión crítica, la confrontación, el desacuerdo y el carácter autocorrector de la ciencia —y de sus métodos—, como condiciones necesarias de la racionalidad científica.

3. *Laudan y las tradiciones de investigación*

Pero nos vamos a detener unos momentos a analizar el concepto de tradición de investigación de L. Laudan, porque se trata de un filósofo de la ciencia postkuhniiano y postpopperiano que, a mi juicio, aporta una visión integradora y superadora con respecto a los conceptos de cambio progresivo y de racionalidad en la ciencia.

Es un hecho destacable constatar el giro que se produce en la filosofía de la ciencia contemporánea a partir de *La estructura de las revoluciones científicas* de Kuhn, de la que la gran mayoría de los nuevos filósofos de la ciencia reconocen haber recibido influencia, ya que con ella comenzó el declive de la ortodoxia del positivismo lógico. Laudan no es ajeno a esta influencia, lo que no le impedirá adoptar frente a Kuhn una actitud razonablemente crítica. Este giro tiene como eje la sustitución del análisis lógico-formal y de la construcción de modelos de axiomatización y de representación formal, por la utilización de la investigación histórica como la mejor forma de presentación y el género mayor para debatir temas filosóficos. Al lado del contexto de justificación, el contexto de descubrimiento adquiere un valor intrínseco en el momento de explicar el desarrollo de la ciencia, porque ya no se considera posible hacer filosofía de la ciencia al margen de su historia,¹⁶ aunque, según Giere, en el caso de Lakatos y Laudan esa explicación es

¹⁶ L. Laudan, *Progress and Its Problems...*, p. 156; I. Lakatos, *His-*

una explicación de progreso racional más que de simple desarrollo natural, como en Kuhn.¹⁷

La insistencia, por parte de Laudan y de Lakatos, en el carácter racional y progresivo de la ciencia restringe, a mi juicio, el papel que asignan a la historia de la ciencia en la explicación del cambio científico. En la dialéctica histórica interna o externa, el peso lo inclinan favorablemente hacia la reconstrucción racional o historia cognoscitiva de tradiciones y programas de investigación, desde donde únicamente se puede hablar de progreso científico, de forma que cualquier otro factor externo no constituye un entramado medular y resulta superfluo. Se observa en Laudan y Lakatos un deseo profundo de preservar la ciencia de cualquier aditamento ajeno a la propia reconstrucción racional de las teorías científicas, como si el único interés que debiera guiar a la ciencia fuera de carácter técnico, tal como dice Habermas que rige en las ciencias empírico-analíticas. “Es el interés cognoscitivo por la disponibilidad técnica de procesos objetivados.”¹⁸

Antes de particularizar la concepción de Laudan acerca de las tradiciones de investigación, conviene precisar que tanto él como Lakatos hacen derivar sus programas de investigación a partir de una visión muy global y abstracta del concepto de paradigma, en la que se incluyen teorías, métodos, objetivos, metafísica, etc., y no es éste el sentido principal que Kuhn da al término paradigma, para el que es, sobre todo, un ejemplar, donde, como dice Pérez La-

toria de la ciencia y sus reconstrucciones racionales, Taurus, Madrid, 1987, pp. 38 y 11.

¹⁷ R.N. Giere, *Explaining Science. A Cognitive Approach*, The Univ. of Chicago Press, Chicago/Londres, 1988, p. 38.

¹⁸ J. Habermas, *Ciencia y técnica como ideología*, Tecnos, Madrid, 1984, p. 170.

borda, los juicios de los científicos y la búsqueda de nuevos modelos para ulteriores investigaciones son lo que cuenta.¹⁹

Laudan se ha propuesto, desde 1977 en su obra *Progress and Its Problems*, ofrecer un modelo más adecuado de racionalidad científica que el proporcionado por el empirismo lógico, por Kuhn y por Lakatos. A este respecto, propone como unidad primaria de análisis racional el referente teórico de las tradiciones de investigación, a las que caracteriza como “una ontología general de la naturaleza y un método general para resolver los problemas naturales en un dominio dado”.²⁰ Nos hallamos ante compromisos metafísicos y metodológicos que individualizan y distinguen unas tradiciones de otras más allá de las ontologías y leyes específicas que caracterizan las teorías que cada tradición comprende, porque la ciencia, si progresa racionalmente, lo hace de forma global, aunque, a nivel local, se puedan descubrir elementos no racionales en la elección de unas teorías sobre otras.

Las tradiciones de investigación constituyen un código ontológico y epistémico, conforman la parte dogmática de la investigación y permiten compartir un trasfondo de conocimiento común a todos aquellos que están situados en esa tradición y la siguen. Pero lo que me parece especialmente digno de subrayar y lo que, a mi juicio, otorga a este concepto de Laudan una capacidad explicativa altamente satisfactoria es su inseparabilidad del curso mismo de su elaboración, en cuyo proceso constructivo podemos llegar a encontrar formulaciones, incluso contradictorias, de una misma tradición de investigación, como consecuencia del cambio y de la evolución continua de teorías y de su rechazo y abandono, al haber sido sometidas a un proceso de

¹⁹ A. Pérez Laborda, “El despertar de un sueño dulce: ¿realismo científico o imagen de la ciencia?”, en *Reexamen del neopositivismo*, Sociedad Castellano-Leonesa de Filosofía, Salamanca, 1992, p. 18.

²⁰ L. Laudan, *Progress and Its Problems...*, p. 85.

contrastación y evaluación. La mayor perdurabilidad de las tradiciones, a pesar de estar sometidas a un proceso permanente de cambio y evolución, y de rechazo y abandono, por parte de las teorías que las constituyen, e incluso a poder coexistir *simul* modelos distintos de hacer ciencia, es lo que permite a Laudan explicar la continuidad en la historia de la ciencia. La plasticidad teórica del concepto de tradición le otorga una mayor capacidad explicativa, la aproxima a la realidad histórica de los descubrimientos científicos y permite, a mi juicio, superar el difícil escollo de la inconmensurabilidad y discontinuidad de los paradigmas kuhnianos, que hacen difícil poder hablar de racionalidad en la elección de una tradición de investigación en lugar de otra.

Aunque Kuhn se defiende, frente a sus críticos, de la acusación de irracionalidad en la explicación del cambio de paradigmas, es indudable que ha facilitado esa acusación. La ruptura y el abismo entre ciencia normal y revolucionaria que Kuhn establece para explicar los cambios paradigmáticos hacen problemática una explicación racional, continua y acumulativa del desarrollo de la ciencia. El nuevo marco epistémico inaugura un modelo conceptual y social completamente distinto de hacer ciencia.

Para Laudan, Kuhn se equivoca al establecer esa separación tan radical entre ciencia normal y revolucionaria, ya que las tradiciones en competencia poseen más problemas comunes que específicos, lo que posibilita su comparación para ver su eficacia relativa en la resolución de problemas, y gracias a ellos y al carácter cognoscitivo esencial en la historia de la ciencia dirá que “todo debate sobre los fundamentos conceptuales de un paradigma es un proceso históricamente continuo”.²¹ Las ideas de tolerancia, de flexibilidad conceptual y de plasticidad que Laudan asigna a las tradiciones de investigación, junto con la

²¹ *Ibid.*, pp. 133 y 134.

copresencia de tradiciones y teorías diferentes que pugnan entre sí para señalarse los puntos de debilidad conceptual o empírica de una y otra, aproximan el modelo epistemológico de Laudan a la concepción popperiana del desarrollo de la ciencia, al situarlo más en el debate, la discusión y la crítica que en la ciencia normal. Dice Laudan que “como la naturaleza, la ciencia tiene rojos los colmillos y las garras”.²² La ciencia no se encuentra en un estado de revolución permanente como en Popper; desde las mismas tradiciones en competencia y desde la proliferación de teorías anexa es posible explicar el progreso y la racionalidad de la ciencia, que no dependen ya del mayor o menor grado de verdad, falsedad o probabilidad (lo cual me parece decisivo), sino de ser capaces de *dar buenas razones y argumentos* en su favor. Ahora ya no se identifica necesariamente progreso y revolución; el modelo de progreso de Laudan dependerá de la capacidad de una tradición de investigación para resolver los problemas empíricos y evitar los anómalos y conceptuales, de manera que la evaluación racional y progresiva de una tradición va a depender de la mayor o menor adecuación y efectividad de sus teorías para resolver problemas.

¿Supone esta orientación general de la ciencia hacia la solución de problemas una concepción débil de la racionalidad, al haber prescindido —como la acusa Musgrave—, aunque sin lograrlo, de consideraciones acerca de la verdad o falsedad de las teorías?²³ No hay duda de que Laudan no pone como objetivo prioritario de la ciencia la aproximación hacia un mayor valor de verdad, hasta el punto de

²² L. Laudan, “Un enfoque de solución de problemas al progreso científico”, en I. Hacking (comp.), *Revoluciones científicas*, F.C.E., México, 1985, p. 290.

²³ A. Musgrave, “Problems with Progress”, *Synthese*, no. 42, 1979, p. 459.

que, si así fuera, no podríamos calificar a la ciencia de progresiva, porque “ni semántica ni epistémicamente tenemos una caracterización adecuada del valor de verdad”.²⁴ La meta prioritaria de la ciencia no puede ser tan ambiciosa, debe consistir en objetivos alcanzables y, principalmente, la mayor eficacia de las teorías en la solución de problemas. La cuestión discutible es si se puede prescindir de la verdad o falsedad cuando hablamos de la eficacia de las teorías y tradiciones para resolver los problemas.²⁵ ¿Cómo mediríamos si no esa efectividad?

4. *Modelo de solución de problemas*

Así pues, para Laudan, la ciencia es una actividad de solución de problemas y las teorías y tradiciones de investigación deben evaluarse en términos de efectividad relativa, por comparación con otras tradiciones, para resolverlos. No existen criterios prefijados de racionalidad, sino que se van elaborando conforme evoluciona la unidad básica del cambio racional, ya que el conjunto dominante de tradiciones no es inmune a la crítica.²⁶

Laudan se debate entre la aceptación del hecho incuestionable del cambio de métodos y objetivos en la ciencia, de la vinculación de los criterios de racionalidad al contexto, a la cultura y a una época determinada, con un modelo transcultural y transtemporal de racionalidad, consistente en aceptar aquellas tradiciones que son las más eficaces y adecuadas para resolver los problemas, de modo que lo contrario sería un signo de comportamiento irracional.²⁷ Como se puede advertir, Laudan nos ofrece una visión instrumental medios/fin de la racionalidad como una de las

²⁴ L. Laudan, “Un enfoque de solución de problemas...”, p. 275.

²⁵ A. Musgrave, *Problems with Progress*, p. 459.

²⁶ L. Laudan, *Progress and Its Problems...*, p. 138.

²⁷ *Ibid.*, p. 131.

características más apropiadas de la actividad científica. Lo decisivo ahora es la elección del mejor medio para el logro del fin propuesto. Nos encontramos ante una acción instrumental que organiza los medios adecuados o inadecuados según criterios de un control eficiente de la realidad y que se orienta por reglas técnicas que descansan en el saber empírico. En este contexto, Laudan sustituye, de manera a mi juicio acertada, el modelo jerárquico de racionalidad, que postula un proceso de justificación unidireccional (objetivos, métodos, teorías) por el modelo reticulado, en el que la mutua dependencia de esa tríada interactuante está permanentemente sometida a un proceso de cambio y de reconstrucción histórica, a pesar de lo cual se puede seguir hablando de progreso científico.²⁸ Pero la característica más prometedora de la definición de ciencia, como aquella empresa que se propone resolver problemas, y de progreso científico, como el aumento en la efectividad de las teorías científicas para resolver problemas, está en haber situado la actividad científica dentro de las dimensiones más básicas del ser humano, las cuales más tarde se prolongarán en los niveles superiores de la actividad intelectual. La ciencia, en efecto, constituye una de las múltiples actividades cognoscitivas que el hombre es capaz de realizar y cuyo objetivo último es despejar incógnitas, resolver enigmas, eliminar anomalías, explicar hechos, clarificar conceptos; en definitiva, responder de forma adaptada a las exigencias de las diferentes situaciones problemáticas, con lo que la actividad cognoscitiva queda vinculada a las funciones biológicas más elementales, a partir de las cuales, por un proceso evolutivo inseparable de la dimensión cognoscitiva, se van constituyendo marcos de solución (teorías

²⁸ L. Laudan, *Science and Values. The Aims of Science and Their Role in Scientific Debate*, Univ. of California Press, Berkeley/Los Ángeles/Londres, 1984, pp. 63 y ss.

o tradiciones) cada vez más adecuados a problemas y preguntas siempre nuevos. Preguntas (problemas) y respuestas (soluciones-teorías) constituyen las unidades básicas de su modelo. Respecto de estas últimas, lo verdaderamente relevante es si son satisfactorias y apropiadas para problemas auténticos, no si están más o menos corroboradas o si son verdaderas; valorar más el aspecto cualitativo que el cuantitativo de las teorías. Lo que a Laudan preocupa son, sobre todo, las consecuencias del objetivo asignado a la ciencia, porque de él derivarán una imagen y una evolución de la ciencia distintas de si la concebimos, al igual que otros legítimamente lo han hecho, como la forma de conocimiento que busca explicar y controlar el mundo natural y descubrir la verdad. Sin embargo, no resulta fácil ponerse de acuerdo en definir qué es un problema, qué clases de problemas existen y qué es lo que constituye una solución.²⁹

Dejando a un lado la diferencia que establece entre problemas y hechos, Laudan distingue dos tipos de problemas científicos: los empíricos (no resueltos o potenciales, resueltos y anómalos), y los conceptuales (internos y externos), porque, en un modelo de solución de problemas, tan importante es, para el progreso científico, la eliminación de las dificultades conceptuales como un creciente apoyo empírico. El valor de un problema depende de su mayor o menor resistencia ante una teoría para su resolución, de manera que los problemas empíricos son inseparables de aquellas teorías dentro de las cuales encuentran o no su resolución, y el valor de las teorías depende tanto de criterios empíricos y de su capacidad para la solución de problemas, como de su consistencia interna y de su compatibilidad con otras creencias dominantes, de su coherencia y de su claridad

²⁹ L. Laudan, "Un enfoque de solución de problemas... ", p. 277.

conceptual.³⁰ Pero, sobre todo, evaluar una teoría científica implica compararla con otras, a fin de determinar cuántos problemas ha resuelto y a cuántas anomalías se ha enfrentado, ya que la credibilidad de una teoría está en función del paso a los problemas resueltos, a pesar de que se trata sólo de soluciones aproximadas.³¹ En efecto, un problema lo es verdaderamente en la medida en que ha sido resuelto; mientras tanto, es un problema potencial, no real. Laudan reitera, de manera insidiosa, la distinción entre resolver un problema y decidir si es verdadero o falso, entre la solución de un problema y la explicación de un hecho. Para Laudan, son conceptos inconfundibles.³² Pero si esto es así, ¿cómo hablar de anomalías refutantes de una teoría si no se quiere decir que, en su forma actual, no puede ser verdadera? El concepto de refutación que utiliza Laudan es la piedra de toque en la que se apoya Musgrave para justificar su posición contra Laudan, en el sentido de que si no se estuviera interesado en la verdad o falsedad de las teorías científicas, no tendría sentido hablar de refutacionismo.³³ Es de todos sabido que Popper ha hecho de la falsabilidad un criterio decisivo para la evaluación de las teorías científicas, hasta el punto de que la principal tarea del científico es la resolución de anomalías y la principal virtud de la ciencia, el carecer de anomalías, de modo que una teoría es tanto más exitosa cuanto más resiste los intentos de refutación,³⁴ pues eso la hace más verosímil, es decir, la aproxima más a la verdad. Para Popper, la mejor teoría en un campo es la

³⁰ L. Laudan, *Progress and Its Problems...*, pp. 14, 45, 49, 55 y 97.

³¹ *Ibid.*, p. 18.

³² *Ibid.*, p. 24.

³³ A. Musgrave, *op. cit.*, p. 460.

³⁴ K.R. Popper, *Postscriptum a la Lógica de la investigación científica. Realismo y el objetivo de la ciencia*, Tecnos, Madrid, 1985, pp. 283–284.

que está mejor corroborada, la que tiene más verosimilitud, pero, como dice Quintanilla, “la verosimilitud es relativa a la evidencia disponible, no a la supuesta verdad total [...] Por consiguiente, no es una medida de la aproximación a la verdad, sino una medida del valor de nuestras teorías que tiene en cuenta su apoyo evidencial y su contenido teórico.”³⁵ Al modelo de solución de problemas de Laudan le es también ajeno el concepto de verdad o falsedad, a pesar de la importancia que tales conceptos tienen, sin duda, para la ciencia. La pretensión de Laudan es más débil que la tradicional, pero tal vez más realista. El objetivo de la ciencia no es carecer de anomalías. No constituye ningún signo de debilidad de una teoría la presencia en ella de anomalías y mucho menos debe obligar a su abandono. Al contrario, las anomalías constituyen el móvil principal de los debates y de las discusiones teóricas que tienden a su minimización, pero casi nunca deciden su abandono, a menos que posean un carácter amenazante tal que se conviertan en refutaciones de la teoría.

Así pues, lo importante de las anomalías es la evaluación de su significado relativo que, a juicio de Laudan, depende: a) del grado de amenaza epistémica (la anomalía de *T1* carece de valor si no hay otra teoría *T2* que la pueda reemplazar); b) del grado de divergencia entre los materiales experimentalmente derivados y la previsión teórica, y c) de la resistencia a toda solución en el marco de una teoría.³⁶

Pero el objetivo de la ciencia no se reduce, como hemos dicho, a resolver problemas empíricos, sino a minimizar las anomalías y los problemas conceptuales. Respecto de estos últimos conviene subrayar que no debe considerarse

³⁵ M.A. Quintanilla, *La verosimilitud de las teorías, actas del I Congreso de Teoría y Metodología de la Ciencia*, Pentalfa Ediciones, Oviedo, 1982, p. 486.

³⁶ L. Laudan, *Progress and Its Problems...*, pp. 38–40.

signo de madurez de la ciencia la ausencia de factores no empíricos, a menos que entendamos por tales las creencias metafísicas o teológicas, las cuales, aunque han ejercido una influencia, incluso racional, sobre el desarrollo de la ciencia, no ejercen una influencia del mismo tenor que la ejercida por los problemas propiamente conceptuales, que pertenecen a lo bien fundado de las ciencias y que surgen, bien cuando se da un grado de inconsistencia y ambigüedad conceptual dentro de la teoría (problemas conceptuales internos), o bien cuando una teoría entra en conflicto con otra que se muestra tan inconsistente con la primera que no pueden coexistir al mismo tiempo (problemas conceptuales externos). No obstante, como ocurrió con las anomalías, también con los problemas conceptuales es necesario aceptar cierto grado de tolerancia y cierta ambigüedad, con tal de que no se haga ni crónica ni sistemática. Me parece interesante subrayar cómo los criterios de racionalidad y progreso en la ciencia no se pueden reducir a la resolución de los problemas empíricos, porque tan importante para valorar las teorías es la eliminación de las dificultades conceptuales (es decir, las concernientes a su contenido teórico) como su creciente apoyo empírico; pero añadiríamos, con Quintanilla, lo que él llama “la acumulación de un elemento híbrido: algo así como la evidencia racionalmente comprendida, mezcla de contenido empírico y evidencial”.³⁷

A pesar de las dificultades que entraña y de lo difuso del concepto, todavía se puede seguir hablando, no sólo de cambio científico, sino también de cambio progresivo en sentido objetivo, aunque no se pueda dar una medida estricta de ese progreso. Veamos.

³⁷ M.A. Quintanilla, *op. cit.*, p. 486.

5. *Cambio científico*

La actitud histórica en filosofía de la ciencia analiza la ciencia no sólo como un producto, sino principalmente como un proceso; por tanto, el contexto de descubrimiento ha sido el primero en beneficiarse de ello. Todos los autores a los que hemos estado aludiendo en el presente trabajo (Kuhn, Lakatos, Laudan, Feyerabend, Popper) se sitúan, cada uno desde su peculiar punto de vista, en esta perspectiva, aunque mantienen criterios diferentes a la hora de explicar los cambios de teorías, de tradiciones, de programas de investigación, de paradigmas, es decir, de los presupuestos teóricos. Hoy resulta un lugar común mantener que el contenido y la estructura de las teorías científicas, así como los objetivos y estándares para juzgarlas, cambian con el tiempo, así como cambia también nuestra concepción acerca de la explicación y de la justificación de las teorías y de los marcos conceptuales en los que se dan. Creemos, en efecto, que una adecuada comprensión del cambio de los marcos conceptuales es indispensable para comprender a su vez el progreso en la ciencia y valorar su habilidad para lograr objetivos tales como maximizar la capacidad de solucionar problemas, para unos, de aumentar la verosimilitud, el poder explicativo y predictivo, para otros, y, en general, lograr la máxima sencillez de sus fundamentos teóricos. A mi juicio, una óptima comprensión de la justificación del cambio de marco conceptual constituye una condición previa para explicar satisfactoriamente los procesos racionales, si acaso existen, que rigen el desarrollo, la evaluación y la elección de teorías. Aceptado el hecho de que no es posible una explicación de la ciencia fuera de un marco teórico —porque no se da, como dice Popper y admiten la mayoría de los nuevos filósofos de la ciencia, una observación que no esté impregnada e interpretada

con ayuda de ese marco,³⁸ o porque sólo desde él podemos resolver al máximo, como dice Laudan, los problemas empíricos importantes y reducir al mínimo las principales anomalías y dificultades conceptuales—³⁹ el problema surge en el modo de concebir ese marco conceptual. Intentar preservarlo de un debate crítico, convertirlo en un mito indescriptible o en una prisión cerrada, o, por el contrario, hacer del mismo un hecho efímero, sometido a un proceso de cambio permanente, donde se pueda comenzar siempre desde el principio y redefinir el ámbito de investigación, son los puntos más críticos que determinan las diversas concepciones del cambio científico.

Los modelos de cambio científico que han suscitado más controversia han sido, sin duda, los propuestos por Kuhn y por Feyerabend, y no sin razón, dado que son los que han introducido elementos más divergentes respecto de la forma tradicional de explicar y justificar los cambios de teorías. El primero, porque con él se inició, a partir de *La estructura de las revoluciones científicas*, la nueva revolución en filosofía de la ciencia. Todos los filósofos contemporáneos de la ciencia la toman, en efecto, como el punto de referencia necesario, cuya novedad, como indica Giere,⁴⁰ consiste en no hablar de la estructura de la ciencia, sino en ser una teoría del desarrollo científico. Feyerabend defiende que la ciencia es una de las muchas formas de pensamiento que el hombre ha desarrollado, pero no necesariamente la mejor. No constituye, por tanto, un modelo de actividad racional mayor que cualquier otra forma de conocimiento. La pluralidad de métodos y la proliferación de teorías impedirían cualquier intento de unificación teórica.

³⁸ K.R. Popper, "The Myth of Framework", p. 53.

³⁹ L. Laudan, *Progress and Its Problems...*, pp. 5, 13, 66, 68, 119.

⁴⁰ R.N. Giere, *op. cit.*, p. 34.

La principal acusación que han hecho los críticos a Kuhn ha sido calificar su modelo de cambio científico como irracional, ya que concibe el cambio paradigmático como una ruptura radical en la concepción del mundo, de tal suerte que ese cambio da la impresión de ser más una conversión que un cambio seguido según un orden racional. Kuhn se defiende de esta acusación en reiteradas ocasiones, diciendo que esas interpretaciones “son perniciosamente erróneas”, aunque él las haya hecho posibles.⁴¹ Feysabend, apoyándose en la exigencia del carácter creativo de la investigación científica y en la libertad con que un científico debe planificar un programa de investigación, llega a afirmar que la ciencia es más un arte o una habilidad que una empresa racional que obedezca a cánones fijos y estables. Además, ambos se inclinan por concebir la ciencia, al menos en su núcleo central, como un constructo social; por tanto, la historia externa debe convertirse en el principal agente del cambio científico, en detrimento de la historia interna o cognoscitiva. Los conceptos de continuidad y conmensurabilidad de las teorías y los supuestos básicos de los que forman parte saltan hechos pedazos y son sustituidos ahora por la discontinuidad e inconmensurabilidad de los paradigmas. Se producen rupturas bruscas o cortes epistemológicos, en el sentido de Bachelard, que separan una fase de otra y en cuyo desarrollo no sólo intervienen factores racionales, sino principalmente elementos no racionales, o ambos.

Estos cortes o rupturas afectan sobre todo a las grandes unidades o principios generales y básicos que representan hasta entonces la estructura-modelo por seguir y el marco conceptual o epistémico en el que quedarían integrados tanto el paradigma epistémico como el social. Está fuera de

⁴¹ T.S. Kuhn, “Consideraciones en torno a mis críticos”, en I. Lakatos y A. Musgrave (comps.), *op. cit.*, p. 428.

duda, a mi juicio, que esta visión discontinuista es adecuada para algunas de las grandes revoluciones científicas (galileana, darwiniana, einsteiniana, etc.), pero no representa lo que ocurre en el proceso normal de la investigación. Lo que sucede en el desarrollo de las teorías científicas y de los marcos conceptuales es que, junto a aspectos de continuidad, existen otros discontinuos, porque, de acuerdo con Bunge, “todo cambio epistémico, por drástico que sea, es parcial antes que total”.⁴² Hablaríamos mejor de un enlace no mecánico entre las nuevas y las viejas teorías, donde aquéllas no deriven directamente de éstas, sino a través de caminos a veces tortuosos y mediante investigaciones seguramente articuladas. No se puede hablar de una continuidad matemática. Un modelo que, a mi juicio, explica de modo coherente el paso de una teoría de nivel inferior a otra superior, es decir, el aumento de los conocimientos, es el modelo epistemológico genético que, con el doble juego de la continuidad funcional y el cambio estructural, explica, respectivamente, la estabilidad de las estructuras, los desequilibrios de las mismas y las reequilibraciones en estructuras de orden superior, y el salto de una estructura a otra que, aunque no se suele atener a normas, tampoco es un salto en el vacío. El devenir del desarrollo de la ciencia presenta rupturas y saltos, desequilibrios y equilibraciones. La ciencia avanzaría, no por acumulaciones, sino mediante integraciones.

Ya hemos dicho que el criterio de verosimilitud para decidir entre teorías rivales no es una medida óptima de la aproximación a la verdad, aunque con base en ella podamos seguir manteniendo una idea de progreso científico si utilizamos nuestra medida de verosimilitud. La dificultad del modelo kuhniano es haber considerado los ingredien-

⁴² M. Bunge, *Seudociencia e ideología*, Alianza, Madrid, 1985, p. 51.

tes del paradigma como inseparables y no haber indicado, como dicen Piaget y García, “mecanismos racionales del cambio científico ni criterios para señalar progreso alguno en la ciencia”.⁴³

Para Kuhn no existen elementos internos ni principios generales que impulsen la investigación de un modo racional; son, por el contrario, los factores externos los que impulsan el reemplazo de un paradigma por otro. Nosotros creemos que el cambio no tiene que ser total; de lo contrario no hay cambio. Un cambio paradigmático no tiene que suponer un cambio radical de ontología, metodología y valores. Se pueden producir revoluciones ocasionales que respeten partes del trasfondo del conocimiento y alteren otros. Estoy de acuerdo con Laudan cuando acusa a Kuhn de estar proponiendo un modelo de cambio científico demasiado global e integral, además de que la estructura paradigmática es excesivamente rígida y jerarquizada. A mi juicio, un modelo que conjugue gradualismo y catastrofismo, como hace la epistemología evolutiva y genética, y tal como lo pretende lograr el modelo reticulado de Laudan, es el que mejor representa la alternancia entre continuidad y discontinuidad, conmensurabilidad e inconmensurabilidad, equilibrio, desequilibrio y reequilibración.

Es cierto que no se puede hacer caso omiso de la sociología de la ciencia. Factores externos a la propia dinámica interna de la ciencia han estado siempre presentes, porque la ciencia no es neutral y el conocimiento no está exento de intereses. Pero nos inclinamos a pensar que, globalmente, en el desarrollo de la ciencia han influido más una sociología y una historia cognoscitivas que una sociología y una historia no cognoscitivas, porque, como dirá Laudan, hasta que no se haya comprendido cómo trabaja la ciencia cog-

⁴³ J. Piaget y R. García, *Psicogénesis e historia de la ciencia*, Siglo XXI, Madrid, 1982, p. 240.

noscitivamente, la cuestión más importante sobre la misma permanecerá incomprendida.⁴⁴

El modelo reticulado de Laudan ofrece una visión menos global, en la que métodos, teorías, objetivos y valores no se presentan en un paquete inseparable. Podemos estar de acuerdo con los métodos y en desacuerdo con todo lo demás, o al revés, y, a pesar de todo, la tradición de investigación permanece, aunque siempre sometida al debate, a la crítica y a la posibilidad de modificación constante. La ciencia debe estar revisando de modo permanente los fundamentos de cualquier tradición, posibilitando el reemplazo de viejas por nuevas tradiciones y facilitando la coexistencia de tradiciones de investigación en conflicto. Nadie duda de que los momentos fulgurantes de la ciencia los constituyen las grandes revoluciones científicas, pero la ciencia se enfrenta a la solución de problemas empíricos en el quehacer tortuoso de cada día, y lo hace desde la posibilidad de que teorías y tradiciones de investigación diferentes puedan compararse porque poseen más problemas empíricos comunes que específicos, a través de los cuales crean conexiones importantes entre las sucesivas tradiciones de investigación. Laudan cree que gracias a éstas se puede hacer una evaluación racional de la eficacia relativa para resolver problemas de las tradiciones en competencia.

Lo positivo del modelo de cambio científico propuesto por Laudan es ser una síntesis en la que se tratan de integrar las exigencias de progreso y de racionalidad con el carácter no acumulativo de las teorías y con una lógica no exageradamente restrictiva. El hecho de que se produzca un cambio revolucionario no significa necesariamente progreso

⁴⁴ L. Laudan, *Progress and Its Problems...*, p. 197; "The History of Science", en R.C. Olby, G.N. Cantor, J.R.R. Christie y M.J.S. Hodge (comps.), *Companion to the History of Modern Science*, Routledge, Londres/Nueva York, 1990, pp. 51-52.

como en Kuhn. Podría ocurrir que hubiera incluso un retroceso. Para Laudan, el progreso consiste “en reemplazar unas teorías por otras que ofrecen claras ganancias en resolver problemas empíricos y dificultades conceptuales”,⁴⁵ de modo que la aceptabilidad de una tradición va a depender del éxito de sus teorías asociadas para resolver problemas, pero el cambio de tradición nunca supondrá una ruptura global con la anterior, sino sólo gradual.⁴⁶ Frente al catastrofismo revolucionario de Kuhn, Laudan propone un gradualismo en el cambio científico que excluye todo monopolio de un paradigma o tradición en un momento dado y que hace que la ciencia normal no sea tan normal, ni la ciencia revolucionaria tan revolucionaria.

En el modelo de solución de problemas sólo es posible hablar de progreso relativo en función de la eficacia de las teorías asociadas a una tradición para resolver problemas. Pero existe un factor finalmente determinante de la medida del progreso: los fines propuestos por la tradición. Éstos son los que deben marcar las diferentes medidas en la evaluación de las ideas científicas, aunque no existe un patrón de medida único del progreso y del cambio científico. Ni las teorías, ni los métodos, ni los valores, ni los fines, aisladamente considerados, son capaces de determinar el progreso o no de una tradición con respecto a otra. La interrelación de esos elementos nos aproxima a una tasa de progreso relativo, cuya marcha racional dependerá de la elección de aquellas teorías que maximicen el progreso, en función de su mayor capacidad para resolver problemas. Desde posiciones estrictamente racionalistas, como la de Popper o Musgrave, o de un racionalismo moderado, como el de Newton-Smith, se insiste permanentemente en la crítica al modelo de Laudan por prescindir de la referencia,

⁴⁵ L. Laudan, *Progress and Its Problems...*, p. 68.

⁴⁶ L. Laudan, *Science and Values...*, pp. 76, 78, 80 y 86.

a su juicio, insoslayable, a los conceptos de verdad, falsedad y verosimilitud, sin poderlo lograr. ¿Qué es estar más cerca de la verdad? se pregunta Laudan. Y Newton-Smith responde que tener mayor éxito observacional en razón de que *T2* responde a preguntas a las que no responde *T1*.

A mi juicio, Laudan no debería estar en el punto de mira de la crítica de Newton-Smith, porque ni es cierto que tenga un concepto estático del método científico,⁴⁷ ni tampoco que se pueda considerar acusación decir que mantiene un concepto débil de racionalidad mientras que el propio Newton-Smith defiende un racionalismo moderado. En primer lugar, porque afirma de manera reiterada que los científicos se suscriben a diferentes metodologías, aunque mantengan el mismo paradigma o tradición, o a las mismas reglas metodológicas, aunque defiendan diferentes paradigmas.⁴⁸ En segundo lugar, con mucha frecuencia ocurre que no se puede demostrar algo que sí se puede argumentar, o que se puedan dar razones epistémicamente respetables para preferir, por ejemplo, unos problemas a otros en consonancia con un tono de moderación y de flexibilización del rigor canónico con que tradicionalmente se había acompañado al método científico.

Ni existen criterios de racionalidad universalmente válidos ni la racionalidad de una teoría o tradición debe tras-

⁴⁷ Baste esta afirmación de Laudan para justificarlo: “Los métodos utilizados para valorar las teorías científicas cambian con el tiempo”, L. Laudan, *Science and Values...*, p. 33.

⁴⁸ L. Laudan, “Kuhn’s Critique of Methodology”, p. 292. Sirvan para probarlo también las siguientes afirmaciones referidas a las reglas metodológicas: “son siempre imprecisas” (*Science and Values...*, p. 52); en muchas ocasiones repite que “son objetos de disputa” (*Science and Values...*, pp. 12, 33, 37, 46, 52, 97); “son revisadas si entran en conflicto con una teoría importante” (*Progress and Its Problems...*, pp. 58–59; *Science and Values...*, pp. 38–40); incluso “son abandonadas cuando entran en conflicto con una teoría aceptada” (*Progress and Its Problems...*, pp. 58–59); y “cambian con el tiempo” (*Science and Values...*, pp. 33–40).

pasar cualquier época, a pesar de lo cual, la ciencia, globalmente considerada, sigue siendo una empresa racional que cambia de manera progresiva, aunque localmente se pueden descubrir elementos no racionales o no científicos en la elección de una tradición.

En resumen, no parece posible mantener posiciones contundentes respecto de la idea de progreso en el desarrollo de la ciencia, porque nos hallamos todavía ante un concepto borroso, que impide una toma de postura definitiva, aunque no por ello la idea de progreso carece de objetividad. Nuestro punto de vista es que la síntesis de elementos descriptivos y normativos en el desarrollo de la ciencia, la necesidad de tener en cuenta la historia de la ciencia como punto de referencia para construir modelos de racionalidad y para la elección entre teorías en competencia (sobre todo si se trata de la historia cognoscitiva o interna), así como la inescindible relación entre la lógica del descubrimiento y de la justificación, nos permite una aproximación al curso real del desarrollo de los conocimientos. Concluiríamos diciendo que, como es innegable que los criterios extracientíficos han influido en la elección de teorías, y es obvio que las teorías, e incluso los supuestos básicos en los que se apoyan o a los que dan lugar, han seguido un proceso de desarrollo en función de su propia dinámica interna, no se puede mantener una posición determinista parcial y vulgar. En mi opinión, categorías como “constructivismo dialéctico”, en el sentido de la epistemología genética, como “relación de reducción” y “progreso ramificado y de bifurcación”, de Stegmüller, hacen compatible la idea de “cambio radical progresivo” y de “crecimiento objetivo”, porque salvaguardan el dato real de que, al mismo tiempo que se producen saltos y desalojos teóricos y estructurales, éstos no se dan en el vacío, puesto que existe una continuidad funcional que permite hablar de aumento de los conocimientos y de progreso, bien sabido que aumen-

tar los conocimientos no es más que un caso particular de aumentar nuestra capacidad de resolver problemas, tanto conceptuales como empíricos, a través de un proceso continuo de desequilibrios, equilibrios y reequilibraciones.

Recibido: 28 de mayo de 1993

SUMMARY

This paper discusses the issue of whether prevailing research traditions in science —assumed as *sine qua non* conditions of the very scientific knowledge— are capable of change or not. If they are, can such a change be called rational and progressive? Does it follow some methodology? And finally, how is it to be explained?

The issue is seen in the light of four different contemporary theories: Kuhn's, Lakatos', Popper's, and, especially, Laudan's. This latter epistemological model is approached in more detail, for Laudan is a post-Kuhnian and post-Popperian who contributes —the author considers— a surpassing vision of the concepts of progressive change and rationality in science.

As Martínez Velasco asserts, in Laudan's view science is not an activity mainly directed to the search for truth, but devoted instead to the resolution of problems; theories and research traditions should be evaluated in terms of their effectiveness in this enterprise. Scientific progress is thus precisely the increase of the theoretical capability of producing desired results.

Nevertheless, the author claims that the idea of progress in science development is still a “cloudy” concept, although it is indeed objective.

[*Laura Lecuona*]