

**DOCTRINA DE LA BORROSIDAD Y PROGRAMAS DE  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA<sup>1</sup>**

Pablo S. García - Rodolfo H. Pérez

---

En nuestro trabajo presentado al V Congreso de SIGEF ("Objetivo de la ciencia, verdad y medidas de incertidumbre"), señalamos que Popper sostenía que nunca podemos saber si una afirmación empírica es verdadera porque no hay modo de obtener pruebas concluyentes de su verdad, de manera que la certeza se convierte en un objetivo inalcanzable. La meta de la ciencia será, entonces, la verosimilitud o acercamiento a la verdad. En ese trabajo, partiendo de algunas observaciones de W. Ostasiewicz y S. Termini, mostramos que la "doctrina de la borrosidad" (fuzzyism) es una herramienta formal que permite ofrecer una aproximación más precisa a la noción intrínsecamente vaga de la verosimilitud o aproximación a la verdad. En el presente trabajo intentamos continuar esta línea de investigación en un sentido lakatosiano, intentando mostrar la utilidad de la teoría de conjuntos borrosos para ofrecer una descripción más adecuada del progreso en los programas de investigación.

---

En un trabajo anterior<sup>2</sup> examinamos la noción popperiana de verosimilitud como acercamiento a la verdad. Observamos que esta posición fue seriamente cuestionada por autores de la talla de Larry Laudan y Alan Musgrave. Los cuestionamientos de Laudan al planteo de Popper se fundan en el siguiente problema: cuando

---

<sup>1</sup> Este trabajo fue presentado en el VI Congreso de SIGEF, Morelia, Michoacan México, noviembre de 1999. Trabajo desarrollado en el marco del Proyecto UBACyT TE22.

<sup>2</sup> "Objetivo de la ciencia, verdad y medidas de incertidumbre", en *Uncertainty Logics: Applications in Economics and Management*. Lausanne, Switzerland, 1998, pp 1-5.

advertimos que hemos alcanzado una meta cognoscitiva cualquiera, digamos M, esto nos permite reconocer que una teoría T1 está más cerca de M que otra teoría T2. Ahora bien, si como Popper ha señalado, nunca podemos estar seguros de haber alcanzado un conocimiento verdadero de M (porque es imposible demostrar lógicamente la verdad de una proposición teórica) tampoco podemos estar seguros de que una teoría esté más cerca de la verdad que otra. Por su parte, Musgrave objeta que la posición de Popper implica la búsqueda de un tipo de certeza, una certeza metacientífica, en la medida en que implica la idea de que la evaluación de las teorías, que son conjeturas falibles, debe ser infalible.

Sin embargo S. Termini ha señalado la insistencia de Popper en rechazar el intento de aumentar la precisión como único fin del conocimiento. Posición en la que coincide con la motivación inicial de Zadeh cuando propuso la noción de conjunto borroso. De manera que, siguiendo la línea propuesta tanto por Popper como por Zadeh, habría que abandonar el ideal de certeza y aceptar la existencia insuperable de la vaguedad o (como suele denominársela también) incertidumbre. Termini sostiene que la principal dificultad para construir una teoría de cómo medir la vaguedad radica en que cuando tenemos que manejar incertidumbre se requieren dos cosas: (i) capturar y retener los rasgos significativos de las nociones cualitativas que se quieren modelar, y (ii) generar una teoría capaz de ofrecer un uso real. Para llevar a cabo esta tarea, observa W. Ostasiewicz, se ha creado una herramienta conceptual, a saber la teoría de los subconjuntos borrosos. Los subconjuntos borrosos,

sostiene, han sido creados como una herramienta formal que nos permite manipular conceptos imprecisos ofreciendo una descripción matemática de afirmaciones vagas. De este modo sería posible introducir mayor claridad en la noción intrínsecamente vaga de verosimilitud o aproximación a la verdad. De manera que, y este será el tema que desarrollaremos en lo que sigue, sería posible recurrir a la noción lakatosiana de *programa de investigación* para examinar una línea de estudio que examine la pertinencia del uso de herramientas borrosas para dar cuenta de la verosimilitud aceptando como núcleo duro de dicho programa la hipótesis siguiente: lo que Ostasiewicz llama *teoría de la borrosidad* permite esclarecer la noción intrínsecamente vaga de verosimilitud”. Y, a partir de esta hipótesis, extender el núcleo central del siguiente modo: “el esclarecimiento de la noción de verosimilitud permite extender la legitimidad del uso de herramientas borrosas al resto de las ciencias que se desarrollan en contextos inciertos (esto es, al menos las sociales)”. En lo que sigue intentaremos establecer esta posición.

En *La historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*<sup>3</sup>, Imre Lakatos presenta su metodología de los programas de investigación científica. Según su punto de elementos popperianos en la evaluación de sí un programa vista las grandes realizaciones científicas son programas degenerativos. La mejor manera de exponerla, dice Lakatos, consiste en compararla con el falsacionismo y con el convencionalismo de los que toma elementos esenciales.

Del convencionalismo adopta la licencia de aceptar racionalmente, por convención, no solamente *enunciados fácticos* referidos a eventos espaciotemporales singulares sino también teorías universales: la unidad básica de evaluación no debe ser una teoría aislada o un conjunto de teorías sino un *programa de investigación*, con un *núcleo duro* convencionalmente aceptado y, de este modo, *irrefutable* por decisiones convencionales y con una *heurística positiva* que define problemas, delinea la construcción de un cinturón protector de hipótesis auxiliares, prevé anomalías y las convierte *victoriosamente* en ejemplos confirmatorios. Todo esto de acuerdo con un plan preconcebido. Mientras el programa de investigación sostenga su ímpetu las anomalías bien pueden ser dejadas de lado: es la heurística positiva del programa lo que determina la elección de los problemas, y no la aparición de anomalías. Solamente cuando la fuerza que impulsa a la heurística positiva se debilita pueden pasar las anomalías al centro de la atención. Así la metodología de los programas de investigación puede explicar el alto grado de autonomía de la ciencia teórica, lo cual no es posible para el falsacionista que se atiene a desconectadas cadenas de conjeturas y refutaciones: lo que para Popper, Watkins y Agassi sería una *metafísica* externa se convierte para Lakatos en el núcleo duro interno de un programa.

La metodología de los programas de investigación presenta una imagen de la ciencia muy diferente de la que presenta el

---

<sup>3</sup> Ian Hacking. (comp.) *Scientific Revolutions*. Oxford University Press, Oxford 1981. Trad.castellana de J.J. Utrilla, Fondo de Cultura Económica, México

falsacionismo: La ciencia no comienza con una hipótesis falsable sino con un programa de investigación. La simple falsación popperiana no tiene por qué implicar un rechazo: las anomalías deben registrarse pero no es obligatorio actuar en función de ellas. Así desaparecen los grandes experimentos cruciales propuestos por Popper. Según Popper un experimento crucial se describe a través de un enunciado básico aceptado que es incompatible con una teoría pero, según la metodología de los programas de investigación científica, ningún enunciado básico aceptado por sí solo da derecho a rechazar una teoría. Siempre es posible defender *progresivamente* cualquier teoría durante largo tiempo, de manera que debe abandonarse la pauta popperiana de *conjeturas y refutaciones*, que es la pauta de formular hipótesis seguidas de su refutación a través de un experimento. En realidad ningún experimento es crucial en el momento en que se llevan a cabo, salvo quizás psicológicamente.

No obstante, Lakatos agrega que su metodología difiere del convencionalismo de Duhem: en lugar de dejar al sentido común de Duhem la decisión de cuándo debe abandonarse un programa lo que parece correcto es introducir algunos progresa o degenera. Se dice que un programa de investigación está progresando si su desarrollo teórico se anticipa a su crecimiento empírico, esto es, si continua haciendo predicciones de nuevos hechos con algún éxito. Decimos que está estancado si su desarrollo teórico queda por detrás de su desarrollo empírico, esto es, si solamente ofrece explicaciones post hoc. Si un programa de investigación explica progresivamente más que su rival, lo "sobrepasa", de manera que el rival puede

"archivarse". Dentro de la metodología de los programas de investigación, una teoría sólo puede ser eliminada por otra mejor, esto es, por otra que tenga mayor contenido empírico sobre la anterior. Y para este reemplazo de una teoría por otra mejor no es necesario *falsar* la primera en el sentido popperiano del término: la *falsación* empírica y el "rechazo" real son independientes. De todos modos, es muy difícil decidir cuándo uno de los dos programas rivales ha degenerado irreversiblemente o cuándo uno de los dos ha alcanzado una ventaja decisiva sobre el otro.

La estrategia que proponemos consiste en abordar el problema de la incertidumbre en el contexto de las teorías científicas siguiendo los lineamientos generales de la propuesta metodológica de Lakatos.

En su trabajo sobre el problema de la incertidumbre<sup>4</sup>, D. Ramírez señala la complejidad conceptual de la noción de incertidumbre. Complejidad que se transfiere al campo metodológico y exige un importante esfuerzo para elegir las herramientas para su tratamiento. La elección adecuada de tales instrumentos exige una previa identificación del tipo de incertidumbre de que se trata en cada caso. En efecto podemos identificar una incertidumbre objetiva que se vincula con un conocimiento del cual no tenemos seguridad. En segundo lugar, hay una incertidumbre subjetiva que se refiere al estado psicológico de un sujeto epistémico que duda, o no se siente seguro acerca del conocimiento del que dispone, en un momento dado acerca de su objeto de estudio. Finalmente hay una

---

<sup>4</sup> "Analysis of uncertainty", en *Fuzzy Economic Review*, Vol. III N°2 (1.998), pp. 69-79.

incertidumbre cualitativa que se refiere a la cualidad de ser incierto en algún aspecto y, por lo tanto, denota aquello que no es fijo, que no está determinado, o que no es seguro que suceda. Los dos primeros significados de *incertidumbre*, objetiva y subjetiva, son modalidades de la incertidumbre epistémica. El tercer significado corresponde a la incertidumbre ontológica y no se refiere ya al conocimiento de las cosas o al estado del sujeto epistémico sino que se refiere a la naturaleza del mundo. El concepto tradicional de conocimiento es el de *creencia verdadera justificada*, de manera que las condiciones del conocimiento en la definición tradicional y, por lo tanto, las condiciones de la certeza objetiva son tres: *creencia* en la verdad de la proposición p, *verdad* de la proposición p, y finalmente *evidencia* (en el sentido de prueba concluyente) de la verdad de p. De manera que nos hallaremos ante un caso de incertidumbre epistémica objetiva cuando alguna de las tres condiciones no pueda ser satisfecha. Sin embargo, hay dos posiciones diferentes para interpretar este caso. Por un lado, hay una interpretación “radical” que sostiene que el conocimiento como tal existe solamente cuando se cumplen de manera plena y rigurosa los tres requisitos mencionados. Por el otro tenemos una interpretación “gradual” que admite grados entre la absoluta ignorancia y el conocimiento pleno, las cosas o al estado del sujeto epistémico. Se refiere a la naturaleza del mundo. Para que el conocimiento sea perfecto se requiere de proposiciones adecuadas que lo expresen. Estas proposiciones deberían estar formadas por conceptos claros y distintos según la exigencia cartesiana. Sin embargo tal tipo de proposiciones es muy infrecuente dado que la vaguedad, la oscuridad y la confusión son inherentes a una multiplicidad de términos de los lenguajes

ordinarios e incluso de los lenguajes científicos. Ahora bien si admitimos que hay conocimiento aunque no se cumplan estrictamente las condiciones estipuladas por la teoría tradicional nos veremos en la situación de admitir las nociones de “conocimiento inexacto” y “conocimiento aproximado”. En el caso del conocimiento aproximado, podemos diferenciar, por una parte, una proposición  $p$  que está cerca de la verdad, es decir que  $p$  es una afirmación que, aunque falsa, no está “lejos” de representar un hecho real. Por otra parte tenemos que una proposición  $p$  es parcialmente verdadera, es decir, se trata de una afirmación compuesta en la cual alguno de sus componentes es verdadero. Por medio de la noción de aproximación a la verdad tratamos de dar cuenta del hecho de que no todas las proposiciones falsas están “a igual distancia” de la verdad, mientras que a través de la noción de verdad parcial tratamos de señalar que no todas las afirmaciones compuestas falsas lo son “en el mismo grado”.

Ahora bien, cuando oímos o leemos la frase "el futuro es incierto", esto puede significar o bien que nuestro conocimiento actual de los sucesos que esperamos que sucedan no es un conocimiento seguro, o bien que lo que no es seguro es que los sucesos mismos lleguen a ser reales. En el primer caso la incertidumbre se refiere al conocimiento y es de carácter epistémico, mientras que en el segundo se refiere directamente a los hechos y sólo indirectamente a nuestro conocimiento de tales hechos: Este último significado nos pone en presencia de la incertidumbre ontológica. Ahora bien, las categorías desarrolladas por D. Ramírez que hemos venido señalando parecen adecuadas para abordar el problema de las

imperfecciones del conocimiento tal como lo plantea B. Bouchon-Meunier en su *Représentation et traitement des connaissances imparfaites en Intelligence Artificielle*<sup>5</sup>. Tales conocimientos presentan imperfecciones que pueden ser intrínsecas al sistema observado o bien que son aportadas por el entorno y en particular por el sistema observante.

Las imperfecciones más frecuentes, dice B.-M., son de tres tipos: (1) la incertidumbre, vinculada a una duda acerca de la validez de un conocimiento; (2) la imprecisión o vaguedad, asociada a una ausencia de nitidez en la descripción del conocimiento; y (3) la falta de información acerca de los aspectos de un cierto conocimiento. Estas dificultades provienen de la complejidad del sistema psíquico, que forma parte del mundo real, a su vez y fundamentalmente impreciso e incierto. También proviene de la insuficiencia de los medios de observación a través de los cuales obtenemos los datos con los que debemos tratar. También, finalmente, se deben a factores humanos que intervienen tanto en el nivel de la observación (al otorgar testimonios más o menos fiables acerca del sistema estudiado y al describir el fenómeno observado a través del lenguaje natural, lo cual implica imprecisión y vaguedad) como en el nivel de la acción (lectura de una escritura, comprensión del lenguaje natural) y en el nivel del razonamiento (al arribar a un diagnóstico o formular una estrategia). Una solución para este problema consiste en la utilización de variables lingüísticas X para describir el sistema físico caracterizado por el subconjunto borroso A del universo de

---

<sup>5</sup> *Systémique & Cognition*. Paris, DUNOD, 1991, pp. 151-158.

discurso  $U$  respecto del cual cada variable forma sus valores definidos por la intermediación de su función de pertenencia  $f$  con valores del intervalo  $[0, 1]$ . Esta aproximación iniciada por Zadeh, utiliza proposiciones borrosas de la forma "X es A", permite alcanzar una representación estandarizada de las descripciones vaga. Uno de los intereses principales de representar prácticamente todos los tipos de imperfecciones del conocimiento en particular imprecisión, vaguedad e incertidumbre.

Nos proponemos, e invitamos a nuestros colegas como un primer y necesario estadio, el formular los conceptos de:

- Programa de investigación
- Incertidumbre epistémica (núcleo duro).
- Heurística positiva.
- Juicio de expertos (método Delphi u otros) como "puntos de control" del programa de investigación.

## **1. BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Hacking Ian. Scientific Revolutions. Oxford University Press, Oxford, 1981.
- [2] Andreewsky, Evelyne. Systémique et cognition, Afcet – Dunod Paris, 1991.