

La historiografía psicológica de Antonio Caparrós: un intento de aplicación de la teoría de *small worlds* y de la lógica borrosa al estudio de la producción científica

Elena Quiñones
Universidad de Murcia

El presente trabajo avanza la idea de que la lógica borrosa- término acuñado por L.A. Zadeh para referirse a lógicas multivariadas- es un instrumento válido para estudiar la producción científica de los grupos de investigación, los llamados colegios invisibles. El trabajo pretende demostrar que dicha producción está mejor representada desde el pensamiento difuso que desde la lógica bimodal, y que los small worlds se mueven en el tiempo como redes neuronales, cuyo comportamiento puede ser explicado como el de verdaderos organismos vivos.

Palabras clave: *historiografía borrosa, colegios invisibles, «Mundos Pequeños».*

This study advances the idea that fuzzy logic – a term coined by L.A. Sadeh to refer to multivariate logic – is a valid instrument to study the scientific production of research groups, the so-called invisible schools. The work seeks to demonstrate that this production is better represented from the perspective of diffuse thought than from bimodal logic, and that small worlds move in time like neural networks whose behavior can be explained as true living organisms.

Key words: *Fuzzy historiography, small worlds, invisible school.*

La psicología ha vivido durante siglos bajo la forma y especie de una disciplina filosófica, como un conocimiento ajustado a un tipo peculiar de realidades que se inscriben dentro del marco de la naturaleza. Ciertamente que tal psicología no ha sido la psicología construida desde finales del siglo XIX con sentido de ciencia positiva y natural en los laboratorios nacidos a la sombra del de Leipzig.

Más aún, aquella psicología filosófica ha sido vista durante mucho tiempo como una mistificación de la verdadera realidad de la psicología. (Tortosa, 1993).

La psicología ha sido parte de la filosofía, hasta tiempos bien recientes; todavía hoy, en el marco de algunas corrientes de pensamiento, hay una dependencia explícita de la psicología a la filosofía, y sigue siendo deseable, a juicio de muchos, el mantenimiento de relaciones entre ambos universos del saber. Esto quiere decir que salimos de un antifilosofismo virulento y perturbador que hasta hace relativamente poco tiempo ocupaba espacios en tratados y manuales de obligada lectura. Incluso el nacimiento de la psicología científica, en Leipzig, fue acompañado de un amplio esfuerzo de construcción filosófica, por obra de Wundt, dentro de cuyo marco la psicología ocupaba un lugar perfectamente definido.

Pero si trazar los orígenes fue un problema peliagudo, la demarcación de cierre no lo es menos. Conviene pues separar los hechos históricos de la crónica de los hechos. Toda una serie de discusiones al respecto han llevado a la consideración de usos y procedimientos cautelares que evitan la *crónica psicológica* sin interferir en la progresiva aceptación de fuentes y documentos al estilo de las nuevas tecnologías.

Ello significa que el historiador tiene que acercarse a la disciplina con procedimientos adecuados a los cambios que se producen en el interior de la misma —no sería capaz, si no, de dar cuenta de esos cambios—, pero también adaptando los desarrollos que desde la historiografía le dan más posibilidades de explicar los hechos. No es de otra manera cómo la historia de la psicología fue abandonando los niveles puramente descriptivos, tan comunes entre nuestros especialistas.

Antonio Caparrós siempre se manifestó favor de la búsqueda de criterios alternativos de carácter explicativo —criterios que permitan superar un nivel puramente propedéutico o introductorio— más acordes con los logros teóricos y metodológicos que se han alcanzado en otros ámbitos de la psicología. A lo largo de su trabajo histórico, va trazando las coordenadas que enmarcan su pensamiento :

1. El desarrollo historiográfico está relacionado con el científico, tecnológico y profesional de la psicología.
2. Por lo tanto, el nivel explicativo historiográfico será aquel que le es específico, dependiendo éste de las condiciones de necesidad y posibilidad de la práctica historiadora en cada momento histórico.
3. Así, cuando en la psicología decae la razón positivista, va tomando auge la razón histórica.
4. La historia de la psicología alcanzará un nivel científico cuando se enfrente a su objeto de estudio desde presupuestos explicativos.

La alternativa para Caparrós es clara, «mirar hacia la historiografía contemporánea de la filosofía y de la ciencia», intentar aplicar a la disciplina histórico-psicológica las categorías historiográficas propias de aquella historia de la ciencia, independientemente del modelo que aparezca más idóneo. Aunque lo cierto es que se puede situar la historia en el nivel propio de la ciencia «dotándola de unas categorías teóricas con posibilidades explicativas específicas», aplicándole, en definitiva, un criterio de racionalidad científica que guía una labor historiadora cada vez más profesionalizada. Su objetivo último, y el que orienta

la confección del trabajo, no es otro que el de introducir las reconstrucciones de los historiadores de la psicología en el marco de la historiografía científica, liberándola del mero descriptivismo al que habitualmente se ha reducido, para alcanzar unos niveles explicativos auténticamente científicos.

Caparrós desarrolló una activa y creativa tarea en un intento por aplicar, consciente y críticamente, la noción kuhniana de paradigma a la historia de la psicología (Caparrós, 1978, 1979, 1980 a y b).

Pero cada vez que se llega a consensos relativos al trabajo histórico, nuevas dificultades ocupan a los teóricos y por tanto a nosotros los historiadores, aunque hay que reconocer que las posturas en torno a estos nuevos asuntos apenas nos han inquietado a unos y otros. Por ahora parece que sólo a los psicólogos *jóvenes*, como José Luis Pinillos y Antonio Caparrós. Uno de estos asuntos es la modernidad, el otro la idea de ciencia subyacente en ella: el pensamiento difuso, vago o borroso (Zadeh, 1965), un pensamiento que forma parte indisoluble de una psicología «de raíces teóricas e históricas kantianas» innegables. Por lo menos hasta la aparición del conductismo psicológico y del positivismo lógico filosófico.

Psicología y pensamiento borroso

«Un día supe que la ciencia no es verdad. Había un error, y parecía que nadie en la ciencia dejaba de cometerlo. Decían que todo era verdadero o falso. No siempre estaban seguros de si algo era en concreto lo uno o lo otro, pero todos lo estaban de que nada había que no fuese o verdadero o falso. La verdad de esas afirmaciones era como la de las afirmaciones matemáticas o lógicas. O eran verdad del todo o no lo eran en absoluto: blanco o negro, 1 o 0. Pero, en realidad, había grados. Los hechos siempre estaban *fuzzy*, *sfumato*, siempre eran vagos o inexactos en alguna medida. Sólo las matemáticas, un mero sistema artificial de reglas y símbolos, eran blancas y negras» (Kosko, 1993).

Recuerdo que una tarde comentaba Caparrós con algunos compañeros –nos dedicábamos entonces a tareas de política universitaria– sus lecturas acerca de esta aproximación al pensamiento científico, deteniéndose en la tesis contraria de que lo borroso, o lo vago en ciencia, no es más que trabajo inacabado, impreciso (Kahan, 1970) y como mucho, probabilidad disfrazada (Kalman, 1960). Había caído en sus manos un trabajo de Kosko, «In defense of God», publicado en 1990. De acuerdo con lo expuesto por Kosko, la manera de pensar acerca de los hechos en términos más amplios –multivalentes– que afirmar o negar, es más antigua que la bivalente. De hecho –nos comentaba– otros sistemas de conocimiento orientales como el taoísmo y el budismo lo tienen incorporado en su forma de ver el mundo. Aunque en el pensamiento griego la bivalencia goza de mayor aceptación, y fundamentan las ideas de Demócrito sobre los átomos y el vacío, la defensa de las formas puras de Platón o incluso la manera de indagar, apoyada en el principio de no contradicción aristotélico, los conocimientos precedentes de la ciencia de Arquímedes, de Euclides o Pappo de Alejandría fueron diferentes

Esta diferencia, apuntada en Grecia, se radicalizó en el siglo XVII y continúa existiendo en nuestro tiempo, porque las ideas de la razón son sólo ordenadoras y nos sirven para regular la racionalidad de la conducta humana de un modo tentativo y abierto al cambio. Las ideas de la razón son, en principio, respetuosas con la diferencia. Así que también en Grecia se vislumbraban dos formas del razonamiento científico, los que defendían que los hechos no son siempre negros o blancos y que hay muchas tonalidades grises entre ambas, y los que no. Así que otros modos aparecen junto al pensamiento bivalente.

Así pues, la capacidad de elegir entre dos opciones –la bivalencia– fue utilizada por los científicos naturales, que definieron sus problemas en los mismos términos que los matemáticos. Desde entonces, las matemáticas pasaron a ser el lenguaje de los científicos, porque ya dijo Kant que la adopción de este lenguaje dotaría a los científicos de mayores cuotas de verdad.

Con los positivistas lógicos tienen sentido aquellas descripciones que pueden ser contrastadas matemáticamente. «Pero esto sólo significa que los hechos siguen siendo borrosos aunque la descripción que hacemos de ellos sea clara» (Zadeh, 1970).

Para Bart Kosko –discípulo de Lofti Zadeh– de la Universidad del Sur de California, los científicos podían errar en las matemáticas y en la lógica. Para Antonio Caparrós, el pensamiento borroso en psicología –una ciencia también borrosa– no sólo se refería a los hechos psicológicos, sino a su transcurrir. «Casi todas las ecuaciones de la ciencia carecen de dirección temporal. Se pueden resolver las ecuaciones diferenciales para tiempos pasados de la misma manera que para tiempos futuros. También el tiempo parece una ilusión. En ese sentido, “se puede hacer que el universo discurra hacia atrás con tanta facilidad como cuando corre hacia delante» (Kosko, 1995).

Caparrós creía que esta posibilidad de anticipar racionalmente realidades que todavía no existen, pero pueden existir si la razón ofrece al entendimiento las reglas necesarias para materializarlas y la experiencia las confirma, constituye el fundamento de la ciencia moderna, la base de la motivación humana superior y, en definitiva, la clave del proyecto de vida occidental. Occidente se desmarcó del resto del mundo justamente porque no dio por definitiva la civilización en que vivía, porque entrevió otra diferente que le ofrecía la razón, y se atrevió a saltar el foso: creó una realidad nueva, moderna. (Pinillos, 1999)

De todas las ciencias humanas, la psicología es probablemente la disciplina que mayor resistencia ha ofrecido al cambio que se ha producido en la última parte del siglo XX. La razón es que la psicología tradicional se apoyó en la física aristotélica hasta el siglo XVII, después de que la ciencia galileana y la filosofía de Descartes se volvieran atomistas y dejaran de lado todo lo que no fuera susceptible de medida y estuviera inscrito en el curso de las causas. Entre los científicos sociales se encuentra extendida la idea de que el alejamiento de estos principios nos arroja del campo de los hechos objetivos, y nos lleva a la transgresión de los modos y maneras utilizadas en épocas históricas, con lo que resultamos expuestos a toda suerte de «condicionantes» de la libertad creadora.

A estos psicólogos «del pensamiento débil» se les acusa de escepticismo ante el saber que proporciona la ciencia, de que piensan sobre la esterilidad de la

teoría y de adoptar una actitud nihilista en flagrante contradicción con la racionalidad científica que ha hecho posible la progresiva y potente civilización occidental... Todos estos supuestos están implícitos en un término que los engloba a todos: el de postmodernidad (Pinillos, 2002).

Pero ni en principio las teorías postmodernas tienen por qué ser menos racionales que las modernas, ni tampoco parece muy racional que la modernidad se desentienda de ellas sin intentar hacerse cargo antes del posible mensaje que se oculte bajo la algarabía producida por el movimiento. Y aquí coinciden Caparrós y Pinillos cuando defienden que la razón que usa la ciencia moderna desde Galileo es «una» dimensión de la razón, un aspecto de la razón en general, pero no toda la razón. La razón no es algo que nos penetra, como pensaba Aristóteles, sino que la razón es algo que se constituye en la relación interactiva del cerebro con su medio y, una vez constituida, opera con unos principios lógicos y se expresa a través de una conciencia que está dada en el tiempo, *pero no en el espacio*. La razón es inmaterial, finita, no observable y se halla fuera del curso de las causas (Wundt, 1878).

Para Kant, desde luego, *esto es lo que ocurre* «si se considera los sucesos en el mundo y el mundo mismo en que ellos ocurren [...] sólo como fenómenos (*en efecto, uno y el mismo ser agente como fenómeno, aun ante su propio sentido interno*) tiene una causalidad en el mundo sensible, que siempre es conforme al mecanismo natural; pero con respecto al mismo suceso (*en cuanto la persona agente se considera al mismo tiempo como noumeno*) como pura inteligencia, en su existencia no determinada según el tiempo, puede contener un fundamento de determinación de aquella causalidad, según leyes naturales, que esté a su vez libre de toda ley natural». Es decir, que uno y el mismo agente puede en tanto que fenómeno ejercer una causalidad en el mundo sensible –conforme a la necesidad del mundo natural– pero con respecto al mismo suceso como noumeno, no es determinable en el tiempo.

Bajo la fuerte reacción antimetafísica de los neokantianos, se acentuó el dualismo entre naturaleza o ciencia teórica y moral o ciencia histórica, sin la guía de la problemática teleológica presente en el Kant original. Las doctrinas del Supremo Bien y del Último Fin, como mucho, debían parecer superfluas al genuino interés trascendental de fundamentación de la ciencia. Ello da lugar a que gran parte de la filosofía crítica fuera ignorada o perdida. Los desarrollos subsiguientes del pensamiento trascendental en Husserl o Heidegger..., a pesar de su profundidad no recobraron el terreno perdido» (Velkley, 1997).

Los filósofos modernos y nuestros psicólogos conductistas definen los enunciados como lo que afirmarnos o negamos. Para el enfoque conductista, el pensamiento es un discurso silencioso, es un tipo de habla preverbal; los pensamientos y las creencias no son sino reacciones «suspendidas». Lukasiewicz supone que la indeterminación se expresa con un continuo entre la falsedad y la verdad. Según la lógica «borrosa» los enunciados pueden tomar cualquier «valor de verdad» o grado o fracción entre 0 y 1 (Black, 1937)

Los científicos adoptan esta lógica por dos razones, que para Caparrós son una sola: porque es más fácil moverse entre dos alternativas y por la costumbre. Si se utiliza el mismo lenguaje para las matemáticas y para el mundo, resulta también

ser el mismo lenguaje el de la lógica –simbólica– y el de los hechos. Poco más que los adornos aristotélicos y galileanos ampliaron su capacidad de elección.

Pero las paradojas de Zenón y el principio cuántico de incertidumbre de Heisenberg sugieren que en realidad los enunciados son multivalentes, es decir, verdaderos, falsos o indeterminados, los que son posibles y pueden no serlo. Así la lógica no lineal se expresa con enunciados tipo Gestalt: la suma de las partes no es igual al todo. Los grupos no se portan como quienes los constituyen y la complejidad de los sistemas supera a la de los subsistemas, algo con lo que nos tropezamos quienes estudiamos la productividad de los grupos científicos, sean o no invisibles.

Para enfrentarse a las dudas que el pensamiento binario suscitó, los científicos añadieron una nueva teoría a la vieja de la bivalencia: la teoría de la probabilidad, la teoría matemática del «azar» o de la «aleatoriedad». Pero esta nueva percepción no las despeja. Lo azaroso pasó desde el juego, a la predicción y a las matemáticas, pero no aclara el problema. De hecho, los antiguos pueblos de Oriente fueron los primeros en descubrir conocimientos útiles que transmitieron a Grecia. Para entonces, ya Mesopotamia o Egipto sabían cómo medir el área de un terreno irregular, pesar las mercancías que intercambiaban y predecir las crecidas del Nilo. Pero no tenían detrás un cuerpo de conocimiento que cobijara sus técnicas (Crombie, 1925).

Esto choca con el punto de vista científico según el cual la probabilidad está en la naturaleza física de las cosas; más parece acercarse Kant a la verdad cuando creía que nuestras mentes estructuran nuestras percepciones. La mente impone un sustrato de tiempo, espacio y conectividad causal.

La probabilidad clasifica o pondera las alternativas y les asigna determinados pesos. Éstos no existen fuera de nuestras mentes. Ludwig Schajdowicz recordó hace ya muchos años que la palabra razón viene de *ratio*, que es igual a cálculo, y cálculos eran las piedras que los comerciantes romanos colocaban en uno de los platillos de sus balanzas para pesar sus mercancías. El origen de esta palabra no puede ser más prosaico, ni más práctico: «Este sopesar del comerciante es semejante a nuestro razonar, a nuestro calcular los pros y los contras de una cuestión para resolver cualquier problema» (Pinillos, 2002).

Incluso la toma de decisiones en procesos sociales y judiciales está regida por ellos. La letra y el espíritu de la ley salen de la distinción entre reglas y principios. Las reglas son precisas, de todo o nada. No tienen excepciones. «Las leyes como reglas» es un pensamiento que se desprende del pensamiento positivista. Sus antecedentes vienen de Thomas Hobbes: la ley es la voluntad del legislador. En este siglo, Kelsen y Hart mezclaron el punto de vista de Hobbes con la preferencia de los positivistas lógicos por los enunciados precisos y con la lógica simbólica. Para ellos, la ley era un sistema lógico de reglas o edictos. (...) Los principios son vagos y abstractos, y están llenos de excepciones... Las reglas permiten o prohíben actos precisos. Los principios dirigen el pensamiento a la hora de elegir y descartar reglas.

Pues bien, ese sopesar y poner número a los pros y contras de un asunto, es más propio de la inteligencia que de la razón. Esa razón es calculadora, puede estimar verdades empíricas y relaciones matemáticas, pero nada más. Por tanto,

en el ámbito de la práctica le es lícito hablar sólo de medios; porque nada tiene que decir acerca de los fines (Pinillos, 1999)

La lógica borrosa describe sucesos que ocurren *en cierto grado*, no sucesos *aleatorios* que ocurren del todo o no pasan en absoluto. Los dos se refieren al mismo número, pero con porcentajes diferentes. Implícitos en unas matemáticas sencillas con nociones que a los psicólogos nos son muy familiares, estaban los principios básicos: el todo está contenido en la parte, dentro de las cosas pequeñas hay otras mayores, o que la suma de las partes no es el todo...

Nuestros cerebros no funcionan con los silogismos de Aristóteles o con la precisión de un ordenador, esto ya lo avanzaron los de Wurzburg, pero sí que son capaces de elegir entre opciones. Para que los psicólogos tuvieran en cuenta el pensamiento borroso, tendría que venir pegado a la fisiología, tal como en sus orígenes Wundt lo hiciera con los laboratorios sensoriales alemanes, a finales del XIX. O dicho de otro modo, con los llamados sistemas borrosos adaptativos, que gracias a redes neuronales o sistemas «parecidos al cerebro» aprenden de la experiencia y desarrollan sus propias reglas a partir de ejemplos. Se sabe mucho de matemáticas lineales y poco de las no lineales... Para algunos, la bivalencia es mejor, tiene sentido, ha guiado bien a la ciencia y posee la virtud de la simplicidad. Aunque no se pueda trazar una línea que separe dos mundos discretos, parece que se puede vivir con una *frontera flotante* (Quine 1940). Pero otros defienden la borrosidad.

Una aplicación del pensamiento borroso al estudio de la producción científica

Lo que de verdad es importante en los sistemas borrosos, su verdadero valor añadido, es el vínculo que forjan entre palabras y conjuntos, entre conocimientos y *zonas*. A conocimientos con certidumbre, zonas pequeñas; a conocimientos inciertos, zonas grandes. El avance es que las matemáticas no son necesarias. Si acaso los *campos* lewinianos. Como en las redes neuronales hebbianas, da la impresión de que hacemos promedios ponderados cuando tomamos una decisión

Si tomamos un concepto encontramos que además de su centro bien definido, existe otra área que lo rodea que es menos definida y está formada por zonas de intuiciones que se difuminan progresivamente. Si las palabras nombran conjuntos borrosos, la pertenencia a ellos es «en cierto grado», y cuanto más se parezca un conjunto a su contrario, más borroso será. Desde el punto de vista de la lógica multivaluada, cualquier concepto se liga a una curva de valores –curva de pertenencia– de tal manera que para cada grado de pertenencia se obtiene una medida que divide al grupo en el punto medio de la característica que significa el paso entre lo más cercano y lo más lejano, a la característica a la que nos referimos.

La representación gráfica de las reglas de la lógica borrosa puede ser aplicada a otro concepto relativamente novedoso, el de los *small worlds*, proveniente de la teoría de Grafos.

El término «mundos pequeños» lo usaremos aquí para delimitar las relaciones esporádicas de algún miembro de un colegio invisible con otro grupo, junto con el aumento de la zona de influencia del grupo, y sería otra forma de explicar la configuración de los grupos científicos y las relaciones entre sus miembros.

Como sabemos, la idea de interconectar varios miembros de una comunidad que comparten características comunes se les ocurrió a tres estudiantes de economía al contemplar una película del actor Kevin Bacon. El modelo de Watts y Strogatz parece inspirarse en la idea de los «seis grados de separación», la teoría social que Stanley Milgram propuso en 1960, según la cual cualquier humano está «separado» de cualquier otro a una distancia de, como máximo, seis personas intermediarias. Watts y Strogatz se preguntaron con cuántos actores se le podría relacionar en función de las películas en las que había trabajado y contando con que si alguien conoce a alguien que conoce a Bacon, está relacionado con Bacon. Sorprendentemente, encontraron que no hay actor americano vivo o muerto que no esté relacionado con Bacon —contando con que Bacon tiene el número cero— con más de cuatro nexos de unión. Si se extiende a actores de todo el mundo, se alarga la cadena de interconexiones pero no tanto como cabría esperar. De hecho, el tramo se extiende hasta ocho conexiones —sólo para dos de los actores— mientras la media conectiva se sitúa en 2,8, para los conocidos. El modelo en cuestión se denomina «modelo de los mundos pequeños» (*small worlds*), y ha sido desarrollado por Watts y Strogatz en un artículo de los que hicieron historia, publicado en la revista *Nature* en junio de 1976.

A partir de ahí, la teoría sirve para estudiar campos muy diversos desde económicos, hasta biológicos, pasando por la teoría de la organización. De hecho se ha aplicado para ver el comportamiento de los elementos en Internet. Por ejemplo, cuántos toques de ratón separan a una página de otra en Internet?

La teoría *small worlds* acuerda *seis grados de separación* que cubren cualquiera de las redes que constituyen un campo. Pero nada se afirma acerca de las características que diferencian los mundos pequeños y los grandes. Las claves se encuentran en la denominada teoría de los Grafos, especie de redes tanto del tipo ordenado como estructurados al azar. Nos referimos a grupos cuyos miembros están conectados internamente entre sí pero que no se relacionan con otros grupos como no sea por conductos superiores. En el otro extremo de las posibilidades de organización está la red totalmente caótica: cada individuo se comunica con otros individuos de la organización, pero de manera totalmente aleatoria; los individuos de un mismo departamento no tienen por qué hablarse entre sí. Se puede establecer qué tipos de grafos necesitan más o menos enlaces.

Pues bien, el modelo matemático de los «mundos pequeños» muestra cómo entre estas dos situaciones extremas hay otras muchas posibilidades. Aunque manteniendo el orden jerarquizado (gente organizada por grupos), se pueden introducir algunos «atajos» (en el modelo se utiliza el término *shortcut*): algunas personas de la red se conectan con otras personas que NO están en su grupo.

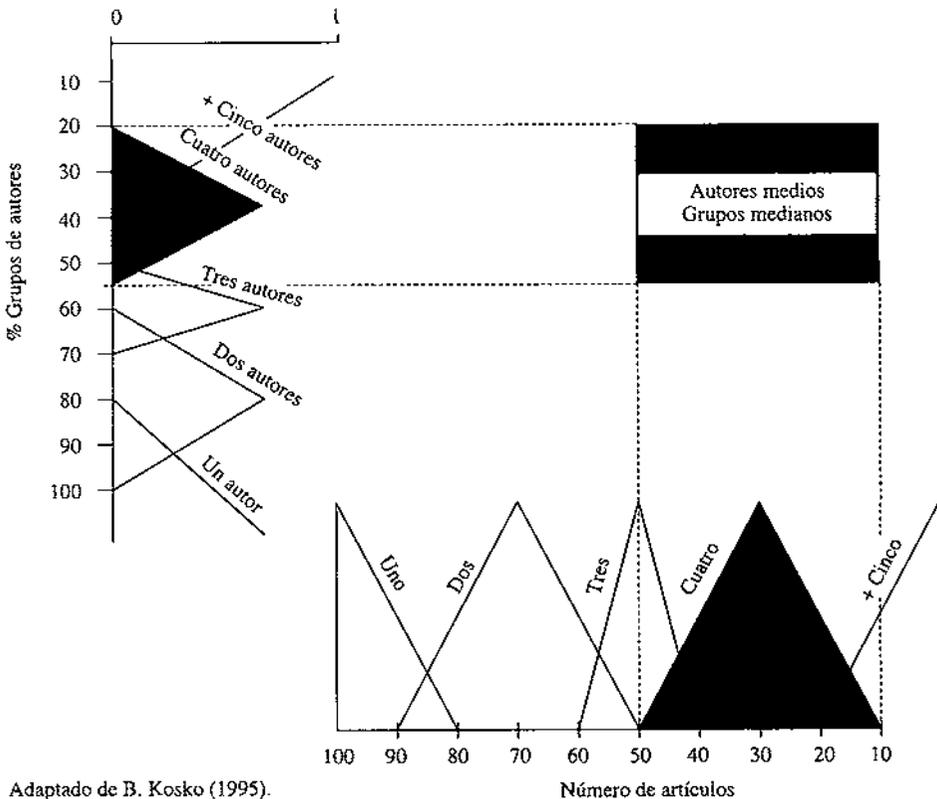
La conclusión del modelo es sorprendente: al introducir un número moderado de «atajos», disminuye drásticamente el número de intermediarios que se tiene que recorrer entre una posición en la red y cualquier otra posición. La idea es simple, en lugar de recorrer todos los pasos intermedios, se saltan algunos.

Pero, y esto es lo importante, la introducción de los atajos no disminuye la cohesión «local» de la red. Los diferentes miembros pueden seguir comunicándose fácilmente con aquellos que están más cerca en la red. Pero si el número de atajos crece mucho, la red puede convertirse en la red caótica que hemos presentado antes en el extremo opuesto de la red totalmente jerarquizada.

Así, siguiendo la idea de los *gatekeepers* de T. Aliem, un conjunto moderado de personas bien conectadas, que «cortocircuiten» las barreras jerárquicas, informacionalmente estériles, pueden ser de gran eficacia para aumentar el uso inteligente de la información en cualquier organización. Digamos que mientras los tradicionales Colegios invisibles se rigen por la lógica binaria, la de los Mundos pequeños se acerca más a la multivariada.

Probamos a seguir el procedimiento de los conjuntos borrosos en términos de los mundos pequeños aplicados al terreno de la producción científica: primero elegir los términos de las variables que «entran» y «salen» del sistema. En nuestro caso los miembros de un grupo científico y los que dejan el grupo. En segundo lugar, definimos los subconjuntos de los que entran, supongamos grupos de dos,

CUADRO 1. AUTORES MEDIANOS PRODUCTORES

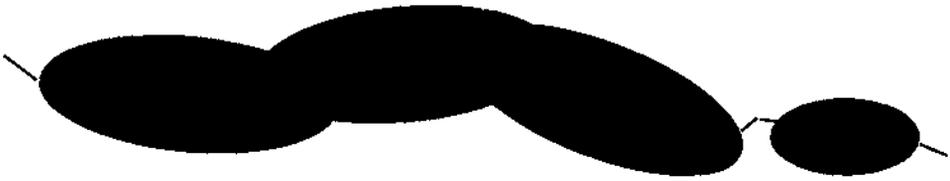


Adaptado de B. Kosko (1995).

tres, cuatro, cinco o más miembros. Y después nos referimos a los subconjuntos que salen, número de artículos: un artículo, dos, tres, cuatro y cinco o más.

Después seleccionamos las reglas: para lo que asociamos cualquier subconjunto de entrada con los de salida. La representación sería ésta:

Grupo A1 Grupo A2 Grupo A3 Subconjunto de grupo B



La conclusión es obvia. Algunos de los elementos de salida están listos para conectar con otros grupos. La superficie se amplía, y los cinco grupos de entrada pueden conectar con los miembros del siguiente grupo. Esta representación se rige por el teorema FAT («Un sistema borroso puede aproximarse a un sistema continuo en términos topológicos», Kosko, 1993). Si añadimos alguna condición –procedencia geográfica o cualquier otra variable, como la especialización– se van generando nexos entre autores, artículos y ámbitos geográficos. Bastan unos pocos autores para conectar numerosos grupos científicos alejados geográficamente y separados en áreas especializadas de conocimiento.

REFERENCIAS

- Collins, J. J. & Chow, C.C. (1998). It's a small world. *Nature*, 393 (6684), 409-410.
- Kalman, R. E. (1960). A new approach to linear filtering and prediction problems. *Transactions ASME Journal Basic Engineering*, 35-46.
- Kosko, B. (1990). In defense of God. *IEEE Expert*, 5 (1), 74-76.
- Kosko, B. (1993). *Fuzzy thinking, the new Science of fuzzy logic*. Canada: Hiperion.
- Milgram, S. (1967). *The small world problem*. *Psychology today*, 1(1), 60-67.
- Milgram, S., Sabini, J. & Silver, M. (Eds) (1992). *The individual in a social world: Essays and experiments* (2ª ed.). McGraw-Hill.
- Pinillos, J. L. (2002). *Psicología y postmodernismo. Discurso doctor honoris causa*. Murcia. Inédito.
- Quine, W. V. O. (1940). *Mathematical Logic*. Cambridge.: Harvard Univ. Press.
- Quiñones, E., Tortosa, F. y Carpintero, H. (Eds) (1989). *Historia de la Psicología: Textos y Comentarios*. Madrid: Tecnos.
- Velkley, R. L. (1997). *Freedom and the end of Reason*, p. 166. Cambridge: Harvard Univ. Press.
- Watts, D. J. & Duncan, J. (1999). Network, dynamics, and the small-world phenomenon. *American Journal of Sociology*, vol 105 (2), 493-527.
- Watts, D. J. & Strogatz, S. H. (1976). Collective dynamics of «small-world» networks. *Nature*, 393 (6684), 440-442.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzz Sets. *Information and Control*, 8, 338-353.
- Zadeh, L. A. (1987). *Fuzzy sets and applications. Selected Papers, Yager et al.* NY: Wiley