

REVISIÓN DE CREENCIAS Y RACIONALIDAD

Eleonora Cresto

Este trabajo tiene como objetivo presentar una introducción a las llamadas “teorías de revisión de creencias”. Una teoría de revisión de creencias es, ante todo, una estructura formal, a la cual luego pueden darse distintas aplicaciones. La función básica de dicha estructura formal es ofrecer instrucciones acerca de cómo debe cambiar una base de datos cuando nos enfrentamos con nueva información. La nueva información puede entrar en conflicto con la que teníamos almacenada antes, y, en ese caso, si deseamos mantener la consistencia, nos vemos obligados a eliminar algunos elementos previos del sistema. Es deseable que los cambios no se efectúen de cualquier manera, sino de manera racional. Se trata, por tanto, de una teoría normativa que nos indica en cada caso cuál es la manera óptima de proceder.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo presentar una introducción a las llamadas “teorías de revisión de creencias”¹. Los estudios sobre dinámicas de creencias conforman un campo de investigación interdisciplinario, y relativamente nuevo, que se nutre de aportes provenientes de disciplinas tan diversas como la epistemología, la

¹ El área de investigación que nos ocupará en este artículo recibe a veces nombres alternativos, como “dinámica de creencias”, “actualización de base de datos” (*database updating*), “revisión de teorías”, o “cambio de creencias”. En lo que sigue usaré indistintamente cualquiera de estas denominaciones.

lógica, la inteligencia artificial, y, en menor grado, la psicología cognitiva. Una teoría de revisión de creencias es, ante todo, una estructura formal, a la cual luego pueden darse distintas aplicaciones. La función básica de dicha estructura formal es, dicho muy sucintamente, ofrecer instrucciones acerca de cómo debe cambiar una base de datos cuando nos enfrentamos con nueva información. La nueva información puede entrar en conflicto con la que teníamos almacenada antes, y, en ese caso, si queremos mantener la consistencia, nos vemos obligados a eliminar algunos elementos previos del sistema. Ahora bien, es deseable que los cambios no se efectúen de cualquier manera, sino de manera racional. Se trata, por tanto, de una teoría normativa que nos indica en cada caso cuál es la manera óptima de proceder.

En cierto sentido el nombre “revisión de creencias” no es demasiado feliz. Las “creencias” a las que refiere la teoría no son, en primera instancia, sino elementos de una estructura formal, a los que después podemos interpretar de diferente manera. Dichas “creencias”, pues, pueden aludir en última instancia tanto a entidades mentales de un sujeto real, como a elementos de una base de datos en una computadora, o a hipótesis de una teoría científica (si es que queremos aplicar este modelo al cambio teórico en la ciencia), o tal vez a elementos de un problema de teoría de la decisión. Justamente, uno de los rasgos interesantes de las teorías de revisión de creencias es su versatilidad. Como corresponde a una propuesta surgida en un terreno interdisciplinario, podemos buscar en ella respuestas a cuestiones estrictamente filosóficas y teóricas,

pero a la vez constituye una herramienta con múltiples aplicaciones posibles. Retomaré este punto más adelante.

Entre los pioneros en estudios sobre dinámicas epistémicas debemos mencionar sin dudas a Isaac Levi, quien a fines de los años sesenta sentó las bases conceptuales de lo que más adelante sería una teoría axiomatizada². La axiomatización más famosa, y ya clásica, se debe básicamente a (Carlos Alchourrón, Peter Gärdenfors, y David Makinson³, 1985; también Gärdenfors, 1988). Dicha axiomatización, bautizada “teoría AGM” por las iniciales de los tres autores, es considerada hoy en día como la posición estándar u ortodoxa en dinámica de creencias (y punto de referencia obligado de todo estudio sobre el tema). En la próxima sección delinearé, muy esquemáticamente, los aspectos más importantes de AGM⁴.

2. LA TEORÍA AGM

El modelo de cambio de creencias que presenta AGM está estructurado en términos de oraciones de un lenguaje formal L de lógica proposicional. En L encontramos, como es habitual, oraciones atómicas y todos sus compuestos veritativo-funcionales. Notemos que hay tres actitudes epistémicas básicas que un agente puede tener frente a cualquier oración A de L . Éste puede *aceptar* A ,

² Las ideas precursoras están sin duda en (Levi, 1967 y 1980). (1991 y 1996) son ya trabajos específicos sobre revisión de creencias.

³ Véase especialmente Alchourrón, Gärdenfors y Makinson, 1985; también Gärdenfors, 1988.

⁴ En la actualidad AGM no es de ninguna manera la única teoría existente dentro del campo que nos ocupa. Es, sin embargo, tal como hemos mencionado, un punto de referencia ineludible. Véase más adelante en este trabajo para algunas alternativas a AGM.

rechazar A, o ninguna de las dos cosas, en cuyo caso diremos que el agente se encuentra en un estado de *suspensión de juicio* respecto de *A*⁵. Presupondremos entonces que el estado epistémico de un agente (donde el “agente” refiere, indistintamente, a un ser humano, una máquina, o una institución, entre otras posibilidades) está representado por el conjunto de oraciones de *L* que éste acepta. Lo llamaremos en lo sucesivo “conjunto *K*”, y nos referiremos a *K*, simplemente, como el “conjunto de creencias⁶” del agente. Estipulamos que *K*, para ser efectivamente un conjunto de creencias, debe cumplir dos condiciones fundamentales: debe ser lógicamente consistente (no contener contradicciones) y deductivamente cerrado: debe ser una teoría en sentido tarskiano, con lo cual $Cn(K) = K$; esto es, *K* es idéntico al conjunto de sus consecuencias lógicas, o $Cn(K)$. En otras palabras, *K* contiene todas las consecuencias lógicas de las oraciones que el agente juzga verdaderas. Nótese que, por ende, *K* contiene entre otras cosas todas

⁵ Resulta intuitivamente atractivo intentar identificar la aceptación de *A* con la creencia en que la proposición expresada por *A* es verdadera, y, simétricamente, identificar el rechazo de *A* con la creencia en que dicha proposición es falsa. Sin embargo, la transición entre “aceptación de *A*” y “creencia en la proposición expresada por *A*” no es del todo inocente filosóficamente hablando, y en lo que sigue la tentación de caer en tal identificación deberá ser resistida. Entre otras cosas, así dejamos abierta la posibilidad de que un agente acepte elementos aún si estos no expresaran proposición alguna, o no fueran portadores de verdad – como puede ser el caso de las normas jurídicas, o algunos tipos de condicionales. Lamentablemente, la bibliografía estándar es bastante confusa sobre este punto; en particular, se estila referirse al conjunto de elementos aceptados como un “conjunto de creencias”. (Presumiblemente, el conjunto de elementos que el agente cree verdadero es un conjunto privilegiado del conjunto de sus “aceptaciones”, y muchos de los autores que trabajan en dinámica de creencias de hecho circunscriben su atención a este conjunto privilegiado). Aquí seguiré la tradición terminológica, aunque con la advertencia de que conviene no interpretarla al pie de la letra. Véanse además las salvedades mencionadas en la sección introductoria de este trabajo respecto de las diversas interpretaciones posibles de una teoría como la que nos ocupa.

⁶ Pero véase nota anterior.

las oraciones tautológicas de L (que se deducen del conjunto vacío de premisas.) Nótese además que, al requerir que K sea deductivamente cerrado, la presencia de una contradicción en K provoca graves consecuencias, pues convierte al conjunto de creencias en idéntico a L (situación que AGM denomina, pintorescamente, “infierno epistémico”).

Dado cierto estímulo externo, o cierta nueva información a la que de alguna manera el agente tiene acceso, K puede modificarse de las siguientes maneras:

- (1) La incorporación de una oración A al conjunto K (intuitivamente, un nuevo “elemento aceptado” por el agente), para algún A consistente con K , se denomina *expansión*, y lo representaremos como K_A^+ .
- (2) La remoción de una oración A de K (con lo que significamos que el agente ya no acepta A en su cuerpo de creencias) se llama *contracción*, y se representa como K_A^- .
- (3) Finalmente, la incorporación a K de una oración A , que pueda en principio ser inconsistente con K , se llama técnicamente *revisión*, y se representa como K_A^* . Puesto que estamos obviamente interesados en que el resultado final sea consistente, debemos retirar primero los elementos conflictivos a través de una contracción, para luego expandir con A . La llamada “identidad de Levi” establece justamente que $K_A^* = (K_A^-)^+$. Esta identidad permite que nos concentremos únicamente en expansiones y contracciones.

Todos estos cambios son modelados como funciones que toman como argumentos conjuntos de creencias y oraciones de L , y que arrojan como valores, nuevamente, conjuntos de creencias. La idea es, por supuesto, tratar de especificar cómo deben ser dichas funciones. El ámbito de las opciones posibles está acotado por la siguiente restricción: debemos en cada caso efectuar el cambio *más pequeño posible* que sea suficiente para cumplir con el objetivo de la expansión, contracción o revisión, y a la vez mantener la consistencia. Es decir, AGM adopta una estrategia conservadora que impide perder información sin motivos, e impide también agregar elementos de más sin justificación.

El caso de una expansión es, en este contexto, bastante sencillo: expandir K con una oración A es simplemente realizar la clausura deductiva de K unión $\{A\}$; esto es, $K_A^- = \text{Cn}(K \cup \{A\})$. Puede mostrarse que dicha operación de expansión está exactamente caracterizada por los siguientes postulados:

Postulados de expansión:

- (⁺1) K_A^+ es un conjunto de creencias.
- (⁺2) $A \in K_A^+$.
- (⁺3) $K \subseteq K_A^+$.
- (⁺4) Si $A \in K$, entonces $K_A^+ \subseteq K$.
- (⁺5) $K \subseteq H$, entonces $K_A^+ \subseteq H_A^+$.
- (⁺6) Para todo K y toda oración A , K_A^+ es el conjunto más pequeño que satisface (⁺1)–(⁺5).

En el marco de AGM, pues, la operación de expansión no presenta mayores problemas. Por el contrario, no resulta igualmente obvio qué características debe tener una función de contracción. En los casos típicos, habrá diferentes maneras alternativas de eliminar elementos de un conjunto deductivamente cerrado (y, como consecuencia, habrá asimismo diferentes maneras de llevar a cabo una revisión, en el sentido técnico de “revisión” dado más arriba). Supongamos, por ejemplo, que K contiene, entre otras cosas, a las oraciones A y B . Como K es deductivamente cerrado, $A \rightarrow B$ también pertenece a K . Por lo tanto, si deseamos eliminar a B de nuestro conjunto de creencias, también deberemos deshacernos o bien de A , o bien de $A \rightarrow B$, o tal vez de ambas, para evitar que B vuelva a aparecer en el resultado final (en virtud de la clausura deductiva de todo conjunto de creencias). ¿Pero cuál de estas opciones elegir? Vemos que el panorama se ha complicado. Entre otras cosas, es necesario establecer algún tipo de ordenamiento o *ranking* entre las creencias de K , para así descartar siempre las menos arraigadas, y conservar aquellas que nos merezcan mayor confianza. Para ello comenzaremos por definir el *conjunto $K \perp A$ de remanentes de K con respecto a A* :

$X \in K \perp A$ sii:

1. $X \subseteq K$
2. $A \notin Cn(X)$
3. No existe un conjunto X' tal que $X \subset X' \subseteq K$ y $A \notin Cn(X')$

(Queda claro, pues, que el conjunto de remanentes de K menos A es el conjunto de todos los subconjuntos maximales de K que no implican A).

Una vez definido esto, tenemos varias opciones:

- (a) La propuesta más obvia consiste en identificar la contracción con uno de los elementos del conjunto de remanentes. Es decir, K_A^- sería en este caso, simplemente, algún subconjunto maximal de K que no implique A . Para ello usamos una función de selección γ tal que $\gamma(K \perp A) \in K \perp A$, y estipulamos:

$$K_A^- = \gamma(K \perp A)$$

A este tipo de contracción se le llama *contracción maxichoice*. La *contracción maxichoice* tiene algunos rasgos que la hacen poco atractiva. Básicamente, ésta es una manera muy poco cautelosa de contraer, pues nos fuerza siempre a elegir un elemento de $K \perp A$, inclusive si intuitivamente no tenemos razones suficientes para ello. Intuitivamente, es plausible suponer que en algunas ocasiones no tendremos preferencia entre los varios elementos de $K \perp A$; en tal caso, sólo deberíamos quedarnos con aquellas oraciones que sean *comunes* a todos estos elementos. Pero la *contracción maxichoice* no nos da esta posibilidad.

- (b) Los problemas asociados con la *contracción maxichoice* nos sugieren una segunda estrategia de contracción, la llamada *contracción de intersección plena o intersección total [full meet contraction]*:

$$K_A^- = \cap(K \perp A)$$

Esta estrategia tiene la desventaja opuesta; fuerza al agente a ser cauteloso en toda circunstancia.

(c) La solución intermedia (y también la propuesta más general) es la llamada contracción de intersección parcial [*partial meet contraction*]. En esta propuesta se usa una función de selección que, en lugar de elegir un elemento de $K \perp A$, selecciona un conjunto de elementos (esto es, un subconjunto de $K \perp A$). La intersección, luego, no se efectúa directamente sobre el conjunto de remanentes, sino sobre un *subconjunto* del conjunto de remanentes.

Formalmente, entonces, definimos la función de selección γ como:

1. Si $K \perp A$ es no vacío, entonces $\gamma(K \perp A)$ es un subconjunto no vacío de $K \perp A$.
2. Si $K \perp A$ es vacío, entonces $\gamma(K \perp A) = \{K\}$.

Entonces, si K es un conjunto deductivamente cerrado de oraciones de L , y γ una función de selección, la contracción de intersección parcial sobre K generada por γ es la operación $-_{\gamma}$ tal que, para toda oración A :

$$K_{\gamma}^{-} = K -_{\gamma} A = \cap \gamma(K \perp A)$$

(Alchourrón, Gärdenfors y Makinson, 1985) prueban un teorema de representación según el cual una operación es una contracción de intersección parcial si y sólo si cumple con los siguientes postulados básicos:

Postulados de contracción:

- (-1) K_A^- es un conjunto de creencias.
- (-2) $K_A^- \subseteq K$.
- (-3) Si $A \notin K$, entonces $K_A^- = K$.
- (-4) Si no $\vdash A$, entonces $A \notin K_A^-$.
- (-5) Si $A \in K$, entonces $K \subseteq (K_A^-)_A^+$.
- (-6) Si $A \leftrightarrow B$, entonces $K_A^- = K_B^-$.

Hay una buena cantidad de bibliografía dedicada a comentar estos postulados y discutir su plausibilidad (o implausibilidad). De manera paradigmática, existe una interesante polémica en torno del llamado postulado de recuperación [*recovery*], presentado más arriba como (-5). No entraré aquí en este problema⁷. (Notemos, dicho sea de paso, que, puesto que estos postulados caracterizan exactamente a la contracción de intersección parcial, el rechazo de algunos de estos axiomas implica en verdad un rechazo de la contracción de intersección parcial.).

Ahora bien, una función de selección intuitivamente adecuada debe cumplir con ciertas propiedades adicionales. Diremos que una función de selección es *relacional* si y sólo si existe una relación \subseteq tal que para toda oración A , si $K \perp A$ es no vacío, entonces

$$\gamma(K \perp A) + \{X \in K \perp A \mid Y \subseteq X \text{ para todo } Y \in K \perp A\}$$

⁷ Para una explicación introductoria de los problemas asociados con “*recovery*”, véase (Hansson, 1999, pp. 71 y ss).

Además, una relación de preferencia bien conformada debe satisfacer condiciones racionales para preferencias, en particular transitividad ($X \subseteq Y$, y $Y \subseteq Z$, entonces $X \subseteq Z$). Puede mostrarse que estos nuevos requisitos de la función de selección corresponden, respectivamente, a dos nuevos postulados:

$$(-7) K_A^- \cap K_B^- \subseteq K_{A\&B}^-$$

$$(-8) \text{ Si } A \notin K_{A\&B}^-, \text{ entonces } K_{A\&B}^- \subseteq K_A^-$$

El teorema de representación en su formulación más completa, entonces, nos dice que un operador cumple con los ocho postulados mencionados si y sólo si es un operador de contracción de intersección parcial basado en una función de selección transitivamente relacional.

3. ALTERNATIVAS A AGM

AGM, si bien es considerada la teoría clásica, dista de ser el único modelo propuesto para cambio de creencias. Una alternativa posible consiste en trabajar con *bases* en lugar de conjuntos deductivamente cerrados (Hansson, 1991). Cualquier conjunto de oraciones puede ser una base. Se dice que X es una base *para* K si y sólo si $K = Cn(X)$. La gran ventaja de esta alternativa es su mayor tratabilidad computacional.

Existen también versiones que recurren a conjuntos de “mundos posibles”, en lugar de conjuntos de oraciones. El concepto de “mundo posible” puede a su vez interpretarse como un conjunto

máximamente consistente de oraciones de L . (Notemos que los conjuntos máximamente consistentes del lenguaje son en verdad elementos de $L\perp\perp$, donde \perp es una contradicción.) Toda la propuesta de AGM puede traducirse sin mayores problemas a esta estructura un poco más sofisticada. La idea de que AGM puede representarse también en esta estructura más compleja se debe fundamentalmente a (Adam Grove, 1988), quien desarrolla una teoría de esferas concéntricas, basada en los conocidos desarrollos de (David Lewis, 1973).

Para un escenario radicalmente diferente, podemos considerar algún modelo probabilístico de cambio de creencias. Podemos presuponer, por ejemplo, que el agente asigna una medida de probabilidad P a cada proposición que juzga posible. Luego, un cambio en las creencias del agente se representa como una función que aplicada al par (P, A) (donde A es una oración del lenguaje), toma como valor una nueva función de probabilidad P' (Gärdenfors, 1988; capítulo 5, y Ellis, 1979).

En lo que sigue presentaré muy brevemente algunos aspectos de la propuesta de Levi, que incorpora elementos de teoría de la decisión. Por razones de espacio, muchos rasgos distintivos de su propuesta serán simplificados⁸.

⁸ En particular, no haré una distinción, crucial para Levi, entre un estado epistémico y su representación lingüística. Véanse (1991 y 1996).

4. TEORÍA DE LA DECISIÓN Y REVISIÓN DE CREENCIAS

En esta estrategia Levi hace uso de una medida de probabilidad, o grado de creencia, sobre las “incertidumbres” del agente, es decir, sobre aquellos elementos de L que son compatibles con K pero que no figuran aún como elementos aceptados de K . (Esto constituye una diferencia importante respecto del modelo probabilístico mencionado en la sección anterior: en dicho modelo, el estado epistémico mismo del agente consiste en cierta distribución de probabilidad; en el modelo de Levi, en cambio, los elementos de K , son “creencias plenas” [*full beliefs*]; los “grados de creencia” aparecen recién a la hora de evaluar los elementos *fuera* de K). Me referiré aquí únicamente a la estrategia de expansión; más precisamente, a lo que Levi llama “expansión inductiva”.

Recordemos que para AGM la operación de expansión no es en absoluto problemática. La razón es que AGM toma la oración a incorporar a K como un dato; no se pregunta acerca de la legitimidad de expandir, digamos, por A (en lugar de, por ejemplo, expandir por su negación), ni hay espacio para la pregunta más general de si es en efecto conveniente llevar a cabo algún tipo de expansión, en lugar de conservar las cosas como están. Levi, en cambio, comienza su análisis desde un estrato previo: cómo decidir si es o no racional agregar cierto elemento A a nuestro estado epistémico K (y porqué A y no algún otro).

En primer lugar, entonces, a partir de cierto K inicial, debemos definir una “partición última” U_K que estará en función tanto de K

como de los intereses del agente a la hora de llevar a cabo la investigación. Supongamos, para dar un ejemplo, que frente a un determinado problema, el agente aventura como únicas posibles respuestas las hipótesis h_1, h_2 y h_3 , todas ellas compatibles con K , pero incompatibles entre sí. La partición última respecto de K , pues, tendrá estos tres elementos. Suponemos, pues, que los elementos de la partición última son excluyentes entre sí, y que la partición es exhaustiva (es decir que no hay otras hipótesis relevantes y que, en lo que al agente respecta, una de las tres debe ser verdadera). Cómo llegar a formular tales hipótesis es tarea de lo que suele denominarse “abducción” (en el sentido de Peirce) y no forma parte de un estudio sobre cambios de creencias. Nuestra tarea, en cambio, consistirá en decidir cuál de estas tres hipótesis es razonable incorporar; notemos que en caso de duda podríamos incorporar alguna disyunción entre h_1, h_2 y h_3 ; inclusive podría ocurrir, en casos de duda severa, que simplemente optemos por la disyunción $(h_1 \vee h_2 \vee h_3)$, que, como resulta obvio, ya debía formar parte de K , en virtud de la clausura deductiva de K .

Definimos, además, una función de probabilidad Q_K , relativa a K , sobre los elementos de la partición última. Finalmente, debemos evaluar la utilidad asociada con cada elemento de la partición última, para así poder calcular la utilidad esperada para cada estrategia de expansión posible, al estilo de un problema de teoría de la decisión cognitiva.

Establecer funciones de utilidad adecuadas para los elementos de U_K no es una tarea del todo sencilla. Según Levi, en toda investigación (y, en general, en todo proceso de cambio epistémico) coexisten dos objetivos o metas en pugna entre sí, esto es, dos desiderata. Uno de ellos consiste en evitar el error, o evitar creer cosas erróneas. Diremos que $T(h, x)$ es una función que arroja diferente resultado de acuerdo a si el error fue evitado ($x = v$) o no ($x = f$). Sea $T(h, v) = a$ y $T(h, f) = b$, donde $a > b$. Para simplificar, estipularemos que $a = 1$ y $b = 0$.

El otro objetivo es adquirir nueva información *valiosa*. Estipularemos que la función $C(h, x)$ especifica el incremento en valor informacional obtenido. Se presupondrá que este valor es el mismo ya sea que $x = v$ o que $x = f$; esto es, diremos que $C(h, v) = C(h, f)$. Nos falta especificar ahora cómo ha de obtenerse dicho valor. Una propuesta posible consiste en interpretar $C(h, x)$ como una medida del *contenido* de h ($\text{Cont}(h)$). A su vez, podemos interpretar que el contenido de h debe basarse en una medida M que se comporte formalmente como una función de probabilidad: esto es, M asigna valores no negativos a los miembros de la partición última, que suman uno, y tal que el valor M de una disyunción de elementos de la partición última es igual a la suma de los valores M de los elementos de la disyunción. Definimos entonces $\text{Cont}(h) = 1 - M(h)$. De esta manera, el contenido informativo de una disyunción será siempre menor o igual que el de uno de sus disyuntos. La idea de que la medida del contenido está basada en

una medida de probabilidad (en el sentido de que el contenido disminuye a medida que la probabilidad aumenta, y viceversa), es una idea bastante conocida, y variaciones de la misma han sido sostenidas por autores como Popper o Bar Hillel. Pero la función M , según Levi, no tiene por qué ser idéntica a Q . Si bien ambas tienen las mismas propiedades formales, Levi insiste en que M no es una función de probabilidad en el sentido intuitivo de este nombre: la función M no representa el grado de creencia del investigador sobre h , o las expectativas de que h sea verdadera.

En síntesis, deseamos ampliar nuestras creencias, salir de situaciones de incertidumbre, pero deseamos también creer cosas verdaderas. Así pues, para evaluar la utilidad de una estrategia de expansión es necesario agregar estos dos componentes en un único valor $V(h, x)$. Sea pues $V(h, x) = \alpha T(h, x) + C(h, x)$ la utilidad que resulta de agregar las dos dimensiones anteriores. El coeficiente α puede verse como una manera de representar la importancia relativa atribuida a la preocupación por evitar el error, y a la preocupación por maximizar el valor informacional de nuestro cuerpo de creencias. Con base en esto, la utilidad esperada (EV) será, como es habitual:

$$EV(h) = Q(h)V(h, v) + Q(-h)V(h, f)$$

Para simplificar los cálculos, consideraremos la siguiente transformación:

Sea $V^* = (1/\alpha)V - (1-\alpha)/\alpha$. El ordenamiento de utilidades esperadas no se altera por este tipo de transformaciones lineales, así que

podemos tratar V^* y V como equivalentes. Sea además $q = (1-\alpha)/\alpha$.

Entonces:

$$V(h, x) = \alpha T(h, x) + (1-\alpha) \text{Cont}(h) = \alpha T(h, x) + (1-\alpha) - (1-\alpha)M(h)$$

Dividiendo ambos miembros por α y restandoles q , tenemos:

$$V^*(h, x) = T(h, x) - qM(h)$$

Con base en V^* , entonces, la utilidad esperada EV^* se calcula como:

$$\begin{aligned} Q(h)[T(h, v) - qM(h)] + (1-Q(h))[T(h, f) - qM(h)] &= \\ = Q(h)[1 - qM(h)] + (1-Q(h))[0 - qM(h)] &= \\ = Q(h) - qM(h) \end{aligned}$$

Con base en este análisis, Levi sugiere la siguiente regla de expansión inductiva:

- Rechazar todos y sólo los elementos h_i de la partición última de K tales que $Q(h_i) - qM(h_i) < 0$.
- Expandir K agregando una oración que exprese que alguno de los elementos no rechazados es verdadero (es decir, agregar la disyunción de todos los elementos no rechazados).

Es razonable además requerir que un investigador no prefiera nunca la opción de expandir con una hipótesis falsa, independientemente de cuán valiosa sea esa hipótesis desde el punto de vista informacional. De modo que exigiremos que α sea ≥ 0.5 , y por ende que $0 \leq q \leq 1$.

Una vez establecidos cuáles son los elementos no rechazados, la expansión procede formalmente de acuerdo con los axiomas detallados por AGM. La historia para contracciones y revisiones es algo más compleja, pero en esencia, el mecanismo central es similar: a la hora de contraer, habrá diferentes alternativas disponibles, y la elección de una de ellas en desmedro de las otras (lo cual en AGM se llevaba a cabo a partir de la función de selección γ) es, una vez más, una cuestión que debe ser planteada como un problema de teoría de la decisión.

Concluiré esta sección con algunas observaciones sobre el índice q mencionado más arriba. q puede ser considerado como un “índice de audacia”, y tiene ciertas propiedades interesantes. Por ejemplo, cuánto más bajo es q , más cauteloso se vuelve el investigador. Además, respecto de ciertos K , U_K , Q_K y M dados, podemos evaluar cómo varía la aceptación de una hipótesis según q obtenga diferentes valores entre 0 y 1. Así, es posible buscar el valor máximo que debe tener q para que una hipótesis no sea rechazada. Sea este valor $q(h)$. Con base en $q(h)$, luego, podemos definir el “grado de sorpresa potencial” asociado con la hipótesis h , y el “grado de creencia” en h , de la siguiente manera:

- Grado de sorpresa potencial de h (*degree of potential surprise*), relativo a K , U_K , Q_K y M :

$$d(h | K, U_K, Q_K \text{ y } M) = 1 - q(h)$$

- Grado de creencia en h , relativo a K , U_K , Q_K y M :

$$b(h | K, U_K, Q_K \text{ y } M) = d(h | K, U_K, Q_K \text{ y } M) = 1 - q(h)$$

Puede mostrarse que sorpresa potencial y grado de creencia satisfacen los axiomas de las llamadas “medidas de Shackle”⁹, que, por su parte, guardan notable similitud estructural con los axiomas de la teoría de la posibilidad, comúnmente asociada con desarrollos de lógica borrosa.

5. DESARROLLOS FUTUROS Y APLICACIONES

Las teorías de cambio de creencias han experimentado un fuerte desarrollo en los años recientes, y se espera que dicho desarrollo continúe. Se espera que en el corto plazo aparezcan, entre otras cosas, diversos resultados teóricos concernientes al uso de lógicas no clásicas. Por ejemplo, ya existen algunas propuestas, incipientes todavía, de recurrir a lógicas paraconsistentes (esto es, lógicas que evitan que una contradicción trivialice completamente un sistema) para modelar cambios epistémicos. El resultado es una teoría que tolera, bajo ciertas condiciones, la existencia de contradicciones en nuestro cuerpo de creencias. Esto parece acercarse un poco más al modo real en que operan los agentes epistémicos. Otros proyectos incluyen el uso de lógica parcial (donde algunas oraciones del lenguaje carecen de valor de verdad), o el uso de “supervaluaciones”. Existen además proyectos que intentan modelar cambios más drásticos que los permitidos por AGM (esto es, cambios conceptuales, o “revolucionarios”). Esto último puede conseguirse a través de instrucciones formales para modificar no solamente un conjunto de oraciones, sino también el lenguaje mismo en el cual tales oraciones se formulan.

⁹ Véase Shackle (1961)

Para finalizar, quisiera mencionar algunas razones por las cuales investigadores de áreas diferentes se han interesado en el campo que nos ocupa. En ocasiones me referiré, genéricamente, a la teoría de revisión de creencias, si bien debe quedar claro que se trata más bien de un cúmulo de teorías y modelos diferentes, con ciertas características comunes.

- 1) En primer lugar, las teorías de revisión de creencias constituyen un enfoque novedoso dentro de la gnoseología tradicional. Se inspiran conceptualmente en elementos de la tradición pragmatista (fundamentalmente Peirceana) en filosofía, que en cierto sentido invierte el esquema cartesiano de lo que debe ser una buena teoría gnoseológica. Según la posición cartesiana, sólo debemos aceptar un elemento en nuestro cuerpo de creencias si dicho elemento cuenta con una justificación adecuada. Al modelo cartesiano se lo llama a veces “modelo duda-creencia”: en un primer momento lógico la teoría recomienda a un agente la suspensión de juicio sobre la verdad de todas sus creencias anteriores; en un segundo momento lógico, la teoría recomienda que el agente sólo reincorpore a su conjunto de creencias aquellos elementos que satisfagan ciertas condiciones más o menos estrictas (por ejemplo, que sean autoevidentes, o puedan deducirse de verdades autoevidentes). Al modelo pragmatista, en cambio, se lo conoce como “modelo creencia-duda”: ya contamos de antemano con una serie de creencias que no debemos preocuparnos por justificar; lo único que debemos justificar es el *cambio* de creencias. La duda acerca de una proposición que consideramos verdadera sólo es

pertinente cuando nos topamos con algún conflicto que nos fuerza a modificar nuestro stock previo de verdades; el conflicto debe ser real, y no fingido o “filosófico”: las “dudas de papel” [*paperdoubts*], o dudas filosóficas escépticas no cuentan como conflictos válidos. Esta posición entraña una serie de consecuencias filosóficas interesantes, que no podemos explorar aquí.

- 2) Por otra parte, el modelo de revisión de creencias puede aplicarse al cambio intra e interteórico en ciencia, esto es, puede aplicarse a cuestiones propias de filosofía de las ciencias. Puede ayudar, por ejemplo, a resolver cuál de diferentes hipótesis en conflicto es más racional aceptar, dado cierto marco conceptual y teórico, dada la evidencia empírica disponible y dados ciertos presupuestos sobre nuestros intereses y objetivos a la hora de realizar la búsqueda de nueva información (o el experimento).
- 3) Respecto de la filosofía del lenguaje, el modelo de revisión de creencias brinda algunas herramientas que pueden usarse (y de hecho han sido usadas) para interpretar y evaluar el funcionamiento de condicionales subjuntivos y contrafácticos. La relación entre revisión de creencias y condicionales aparece básicamente en lo que se conoce como “test de Ramsey”: Ramsey habría sugerido que un condicional de la forma “si A fuera el caso, entonces B sería cierto” es verdadero en K si B aparece entre las consecuencias de K revisado por A .
- 4) Las teorías de revisión de creencias resultan atractivas además para todos aquellos interesados en razonamientos no monotónicos en general. Las teorías estándar (AGM y sus

variantes) utilizan de hecho lógica clásica deductiva, pero el sistema de revisiones funciona en conjunto como un sistema no monotónico, de modo que se han propuesto traducciones entre un mecanismo de revisiones y de lógica no monotónica. Muy brevemente, B se infiere no monotónicamente de A , dado un background K , si y sólo si B pertenece al conjunto K revisado con A . (Nótese que esto último significa que B se *deduce* (monotónicamente) del conjunto K revisado con A)

- 5) Los resultados teóricos que ofrecen las teorías de revisión de creencias revisten interés a la hora de diseñar respuestas a cuestiones más concretas de inteligencia artificial, tales como la actualización de bases de datos, o, por ejemplo, el problema de qué tipo de instrucciones conviene tener en cuenta a la hora de diseñar robots sensibles a diversos cambios en el ambiente (es decir, cómo queremos que el robot reaccione según la información nueva que va procesando).
- 6) Los modelos de revisión de creencias pueden servir además para comprender y evaluar cambios en sistemas legales. Esta es de hecho históricamente una de las razones que motivaron la axiomatización de AGM; pueden encontrarse conexiones interesantes entre las teorías de revisión de creencias y los estudios sobre sistemas de normas y lógica deóntica (por ejemplo Alchourrón y Makinson, 1980).
- 7) Existen además posibles aplicaciones en el campo de la psicología cognitiva; en este terreno, las teorías de revisión de creencias pueden proporcionar herramientas para construir modelos de aprendizaje y otros procesos mentales.

- 8) Finalmente, es posible pensar interesantes aplicaciones en economía: las teorías de revisión de creencias permitirían desarrollar modelos realistas que requieran el uso de representaciones formales del cambio de creencias de los agentes económicos. Este es un terreno abierto, todavía bastante poco explorado, y con muchas posibilidades de desarrollo futuro.

En síntesis, los modelos de revisión de creencias conforman en última instancia una herramienta formal capaz de múltiples usos. La posibilidad de aprovecharla de manera interesante queda precisamente en manos de los expertos en los respectivos campos de aplicación.

REFERENCIAS

- [1] Alchourrón, C., y Makinson, D. (1980), "Hierarchies of regulations and their logic", in *New Studies in Deontic Logic*, R. Hilpinen, ed. Dordrecht, Reidel, pp. 123-148.
- [2] Alchourrón, C., Gärdenfors, P. and Makinson, D. (1985), "On the logic of theory change: Partial meet functions for contraction and revision", *Journal of Symbolic Logic* 50, pp. 510-530.
- [3] Ellis, B (1979), *Rational Belief Systems*, Oxford, Blackwell.
- [4] Gärdenfors, Peter (1988), *Knowledge in Flux – Modeling the Dynamics of Epistemic States*, Cambridge, Mass., The MIT Press.
- [5] Grove, Adam (1988), "Two modellings for theory change", *Journal of Philosophical Logic*, 17, pp. 157-170.
- [6] Hansson, Sven Ove (1991), "Belief Base Dynamics", Ph.D. Dissertation, at Upsala.

-
- [7] Hansson, Sven Ove (1999), *A Textbook on Belief Dynamics – Theory Change and Database Updating*, Dordrecht/ Boston/ London, Kluwer Academic Publishers.
- [8] Levi, Isaac (1967), *Gambling with Truth*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- [9] Levi, Isaac (1980), *The Enterprise of Knowledge*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- [10] Levi, Isaac, (1991), *The Fixation of Belief and Its Undoing – Changing Beliefs Through Inquire*, Cambridge, Cambridge University Press.
- [11] Levi, Isaac (1996), *For the Sake of the Argument – Ramsey Test Conditionals, Inductive Inference, and Nonmonotonic Reasoning*, Cambridge, Cambridge University Press.
- [12] Lewis, David (1973), *Counterfactuals*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- [13] Shackle, G.L.S (1961), *Decision, Order and Time in Human Affairs*. Cambridge, Cambridge University Press.