

# Modelando las normas con revisión de creencias e inferencia

**Pedro Bello López**

La revisión de creencias como lo cita Fermé (2007) es una forma de representar el conocimiento (en una base de conocimiento) que un ser racional adquiere a través del tiempo, del estudio, por experiencia o simplemente de sus vivencias; cuando llega una nueva información la base de conocimiento se tiene que actualizar y si entra en contradicción con lo que ya sabemos será necesario quitar alguna creencia anterior. Por ejemplo, a algunos de nosotros se nos enseñó en la educación básica que el Sistema Solar estaba formado por nueve planetas; sin embargo, a partir de 2006 se acordó que Plutón no era un planeta, por lo que ahora nuestro Sistema Solar consta de ocho planetas, esta nueva información hace que nuestra base de conocimiento tenga que ser modificada.

Por otra parte, nuestra base de conocimiento puede estar formada, además, por un conjunto de reglas o normas, incluso leyes que todo ser humano debe seguir o cumplir, y es en este sentido donde la inferencia lógica contribuye a determinar si la nueva información ya está presente en nuestra base de conocimiento o no. Así, González (2017) considera que el razonamiento humano opera con base en reglas lógicas de inferencias, incluso McCulloch y Pitts (1943) propusieron que era posible modelar la actividad cerebral mediante la lógica. Así, si fuera posible modelar el comportamiento

humano, los robots podrían emular nuestro comportamiento y facilitarnos la vida ejecutando tareas cotidianas de forma inteligente.

### INFERENCIA LÓGICA

La inferencia lógica significa deducir algo, sacar una conclusión o conducir un nuevo resultado a partir de algo conocido, mediante un proceso mental que crea consecuencias con sentido a la situación previa que ocurra, por ejemplo, cuando a partir de una causa se determina un efecto, a esta relación entre ambos elementos, se le identifica como una implicación (inferencia) lógica.

Los científicos han buscado formas de cómo el cerebro requiere representar su base de conocimiento y han planteado que mediante los símbolos y conectores de un tipo de lógica, llamada proposicional, se puedan representar las creencias para la deducción de otras. A estos símbolos se les llama proposiciones y generalmente están asociados con letras del alfabeto ( $p, q, r, s, t...$  etcétera) y representan oraciones (sujeto + predicado) vinculadas con la realidad que acontece; por otro lado, los conectores que en lógica se les llama operadores lógicos permiten ligar y estructurar las oraciones para que cuando el cerebro reciba cada creencia (oración), se estructuren relaciones entre ellas, así se tienen los operadores:  $\neg$  (conocido como no) que cambian el sentido de la creencia original; si a un individuo le inculcan como norma: se debe terminar la comida del plato (proposición  $p$ ) y en su realidad observa que no todos cumplen esa regla y por tanto no necesariamente se debe terminar la comida del plato, se expresaría como  $\neg p$ , si además de la norma  $p$ , al individuo se le enseña la norma: comer con la boca cerrada (proposición  $q$ ) y llega a un evento, el anfitrión puede solicitar que al mismo tiempo se cumplan ambas normas, lo que da origen al operador  $\wedge$  ( $y$ ), es decir  $(p \wedge q)$ , significa que ambas normas deben acontecer, por lo que el operador le permite al individuo asociar en su base de conocimiento que ambos sucesos

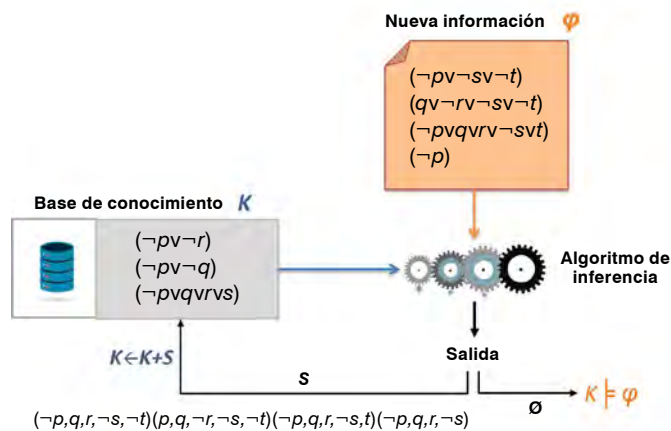


Figura 1. Modelo de inferencia.

requieren cumplirse para tener un comportamiento deseado. Por otro lado, si al individuo se le inculcan las normas: puedes entregar al anfitrión un postre (proposición  $r$ ), puedes entregar al anfitrión un vino (proposición  $s$ ), el individuo es libre de decidir si lleva un postre o un vino o incluso ambos, por lo que en este caso estaría vinculado el operador  $\vee$  ( $o$ ) para indicar que requiere cumplir al menos una de las normas o tiene la libertad de cumplir ambas. Para construir la base de conocimiento estos operadores pueden interactuar con estructuras llamadas cláusulas, donde el requisito para formarlas es que las oraciones se asocien con el operador  $\vee$  ( $o$ ), indicando que se tienen una serie de alternativas pero que al menos se cumpla una, por ejemplo,  $(p \vee q)$  y luego para generar la base de conocimiento se conectan mediante el operador  $\wedge$ , por ejemplo,  $(p \vee q) \wedge (r \vee s)$ , incluso en algunos casos el operador  $\wedge$  se sustituye con una coma. Así, tener dos o más cláusulas conectadas significa que la base de conocimiento es consistente si por cada cláusula en su estructura interna se cumple al menos una alternativa y cada cláusula debe cumplirse para el buen funcionamiento de la base. Cuando se tienen conjuntos de cláusulas conectadas mediante el operador  $\wedge$ , a esa nueva estructura en lógica se le conoce como Forma Normal Conjuntiva. Una vez que se tenga esa forma se puede aplicar el operador de inferencia  $\vdash$ , agregando otra cláusula  $\varphi$ , considerada nueva información, para verificar si se puede inferir o no

esa cláusula a partir de la base de conocimiento; esta operación se denota como  $K \vdash \phi$ . En la Figura 1 se muestra un ejemplo de cómo se procesaría la nueva información denotada como  $\phi$ , considerando la notación de cláusulas cuando se aplica un algoritmo (método) de inferencia sobre la base de conocimiento denotada por  $K$ , si por alguna razón la información que llega ya está considerada en la base, no se requiere agregarla, por lo que se denota con el símbolo  $\emptyset$  (vacío) que no ocurrió cambio en la base; por otro lado, si la nueva información no causa contradicción en la base y no está en ella, se agrega denotado como  $K+S$ (creencia).

## EL TIEMPO

La inferencia proposicional permite entonces determinar si, dado un conjunto de reglas es posible inferir posibles conflictos. Velázquez (2015) y Zuleta (2006) describen la manera en que sucede esto en la lógica deóntica (“la lógica de lo que debe ser”, de lo obligatorio y lo prohibido). *Deon* viene del griego que significa “lo que debe ser”. El siguiente ejemplo aclarará el concepto:

De las conductas indecorosas en la mesa de mi señor (Texto anónimo atribuido a Leonardo Da Vinci, quien trabajó para los Médici, ca. 1600), (Anfrix, 2006).

Estos son los hábitos indecorosos que invitados a la mesa de mi señor no deben cultivar:

- Ningún invitado ha de sentarse sobre la mesa, ni de espaldas a la mesa, ni sobre el regazo de cualquier otro invitado.
- Tampoco ha de poner la pierna sobre la mesa.
- Tampoco ha de sentarse bajo la mesa en ningún momento.
- No ha de limpiar su armadura sobre la mesa.
- No ha de tomar comida de la mesa y ponerla en su bolso o faltriquera para después comerla.
- No ha de hacer figuras modeladas ni prender fuegos ni adiestrarse en hacer ruidos en la mesa (a menos que mi señor se lo pida).
- No ha de tocar el laúd o cualquier otro instrumento que pueda ir en perjuicio de su vecino de mesa (a menos que mi señor se lo pida).

- No ha de cantar, ni hacer discursos, ni vociferar improprios ni tampoco proponer acertijos obscenos si está sentado frente a una dama.

- No ha de conspirar en la mesa (a menos que lo haga con mi señor).

- Tampoco ha de prender fuego a su compañero mientras permanezca en la mesa.

- No ha de golpear a los sirvientes (a menos que sea en defensa propia).

Para mostrar la importancia de la inferencia lógica y la revisión de creencias modelamos algunos de los hábitos indecorosos en la mesa de mi señor.

- Ningún invitado ha de sentarse sobre la mesa, ni sobre el invitado.

- Tampoco ha de subir los pies sobre la mesa.

- No ha de limpiar su armadura sobre la mesa.

- No ha de prender fuego sobre la mesa.

- Tampoco ha de prender fuego a su compañero mientras permanezca en la mesa.

Cada una de las sentencias generadas se debe transformar a un lenguaje matemático como, por ejemplo, la lógica de predicados o lógica proposicional, como en este caso, resultando:

$p$  = sobre la mesa

$q$  = sentarse

$r$  = subir los pies

$s$  = prender fuego

$t$  = sobre invitado

$u$  = limpiar armadura

Una vez representada cada oración (proposición) se conectan como cláusulas:

1)  $(\neg q \vee \neg p) \wedge (\neg q \vee \neg t)$

2)  $(r \vee p)$

3)  $(\neg u \vee \neg p)$

4)  $(\neg p \vee \neg s)$

5)  $(\neg p \vee \neg t \vee \neg s)$

El predicado 1, por ejemplo, significa que si alguien quiere sentarse, entonces, no puede ser sobre la mesa ni sobre el invitado. Consideremos que la base  $K$  está formada por este conjunto de cláusulas y por tanto crean una forma conjuntiva, es decir  $K = \{K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6\} = \{(\neg q \vee \neg p) \wedge (\neg q \vee \neg t) \wedge (r \vee p) \wedge (\neg u \vee \neg p) \wedge (\neg p \vee \neg s) \wedge (\neg p \vee \neg t \vee \neg s)\}$ .

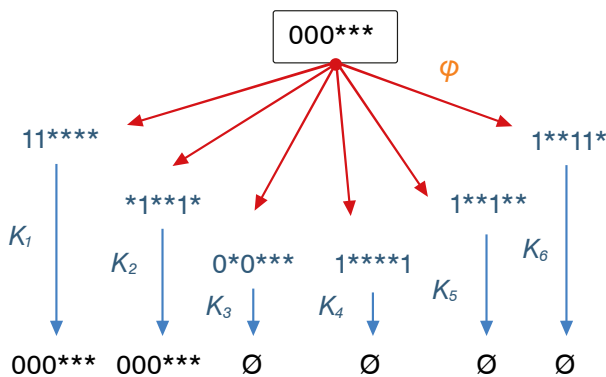


Figura 2. Evaluación de la nueva información  $\varphi$ .

Si consideramos a  $\varphi$  como “No sentarse sobre la mesa ni subir los pies”, que se puede traducir como:  $(p \vee q \vee r)$  es una información que se puede inferir de la base de conocimiento  $K$ . Esto se puede verificar simulando que no se cumplen cada una de las cláusulas de  $K$  y  $\varphi$ , a este proceso se le llama falsificar, aplicando el algoritmo de De Ita *et al* (2017), donde se plantea que si en la base de conocimiento las cláusulas se cumplen, y cuando llega nueva información representa a una de las cláusulas pero considerando que no se cumple, se genera una contradicción en las creencias por lo que se simula de forma computacional lo que realiza el cerebro, que generalmente conserva lo que ya posee, lo que en el algoritmo se muestra como el resultado de no agregar la creencia. En el caso de que la nueva información no contradiga la de la base, entonces se simula el proceso mental de incorporar nuevos conocimientos y creencias. Este proceso se representa en la Figura 2, en la que la cláusula  $\varphi$ , representada computacionalmente en un lenguaje de 0's y 1's, como 000\*\*\*, significa que si bien originalmente en la base se consideraban correctas las primeras tres alternativas (proposiciones) que la conforman, ahora se simulan que no son correctas, de ahí que se coloquen ceros en las primeras tres posiciones, cuando se aplica el algoritmo. Si esta información supuestamente incorrecta dista de la información de una cláusula donde

las proposiciones coincidan, significa que la base no se ve afectada, en la Figura 2 esto sucede con  $K_1$  y  $K_2$  y se prosigue buscando esas suposiciones incorrectas en el resto de las cláusulas, mientras que al evaluar  $\varphi$  con  $K_3$ , se obtiene un valor vacío ( $\emptyset$ ) debido a que la cláusula  $\varphi$  está contenida en  $K_3$ , por tanto no se agrega. Una vez encontrando un patrón similar al supuestamente incorrecto se descarta la creencia, lo que se representa cuando al evaluar  $K_4, K_5, K_6$  con la nueva información  $\varphi$  ya invalidada, se conserva el valor  $\emptyset$ , por lo que se cumple la inferencia  $K \models \varphi$  y por tanto significa que  $\varphi$  no se agrega a la base, pues ya pertenece a ella.

Cuando al evaluar  $\varphi$  en la base de conocimiento  $K$  no se obtiene  $\emptyset$ , es decir,  $K \not\models \varphi$  ( $\varphi$  no se infiere de  $K$ ), se genera un nuevo conjunto de cláusulas ( $S$ ) que se deberá agregar a  $K$  para cumplir la inferencia, esta forma de representar los procesos de inferencia es de suma utilidad para las aplicaciones de inteligencia artificial como en el caso de internet de las cosas, donde los dispositivos

© Rodrigo Orozco. AsnarNama, *El libro de las cosas perdidas*, acrílico/madera, 2011.





© **Rodrigo Orozco**. *Los cuentos perdidos*, técnica mixta/madera, 90 x 60 cm, 2011.

tendrán que tomar decisiones en base a su contexto y tendrán que definir si sus nuevas decisiones afectarán a otros dispositivos y al buen funcionamiento de las cosas.

## CONCLUSIONES

La revisión de creencias nos permite modelar un aspecto muy general del razonamiento humano referente a la forma en que almacenamos nuestro conocimiento, guardando la nueva información y eliminando la información antigua o errónea; para ello, uno de los mecanismos que realizamos de manera racional es aplicar inferencia, es decir, si la nueva información la podemos inferir de algún conocimiento previo, entonces ya no es necesario guardarla, y es este el proceso que se intenta modelar utilizando las ciencias computacionales y, en particular, la inteligencia artificial. Los avances de la ciencia y la tecnología dan pie a creer que pronto se contará con robots humanoides que tengan capacidades de razonamiento e inferencia muy parecidas a las del ser humano.

## REFERENCIAS

- Anfrix (2006). *De las conductas indecorosas en la mesa de mi señor*. Recuperado de: <https://www.anfrix.com/2006/01/codex-romano-ii-los-modales-en-la-mesa-medieval/>
- De Ita G, Zacarías F, García AD (2017). Model based Algorithm for Belief Revisions between Normal Conjunctive Forms. *Computación y Sistemas* 21(3):435-448.
- Fermé E (2007). Revisión de Creencias. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* 1(34):17-39.
- González RC (2017). Aproximación al concepto de inferencia desde dos modelos de comprensión: modelo estratégico y modelo de construcción e integración. *Literatura y Lingüística* 35:297-314.
- Mcculloch W, Pitts W (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5:115-133.
- Velázquez H (2015). Lógica deóntica: breve panorama de la cuestión. *Cuadrante Phi Revista de estudiantes de filosofía* 28:1-24.
- Zuleta HR (2006). Lógica deóntica y verdad. *Análisis filosófico* XXVI 1:115-133.

**Pedro Bello López**  
**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
**Facultad de Ciencias de la Computación**  
**[pb5pbello@gmail.com](mailto:pb5pbello@gmail.com)**



© **Rodrigo Orozco**. *Creación del bosque*, óleo/madera, 60 x 90 cm, 2011.