

# **Redes de expectativas Marlo:**

## **El conjunto como base de la inferencia**

Marcos Bautista LÓPEZ AZNAR

Universidad de Huelva

### **La estructura lógico-bayesiana**

Los circuitos de expectativas Marlo representan la estructura formal de los sistemas cognitivos como redes lógicas de estructura bayesiana constituidas por nodos y conexiones que señalan el estado de nuestras creencias y expectativas. En la figura 1 se muestra la estructura formal del sistema cognitivo alfa, definido por tres criterios a, b, c que le servirán, en este caso, como elementos de juicio y toma de decisiones.

Podemos observar en la figura 1 el circuito de las combinaciones posibles que obtenemos en un sistema de creencias definido por los criterios a, b, c, si cada uno de dichos criterios genera solo dos variables: ser o ajustarse al criterio y no ser o no ajustarse al criterio. En teoría, podríamos establecer un número infinito de variables entre no ajustarse nada a un criterio y ajustarse totalmente. Más divisiones o grados de ser generan un mundo con más matices, pero es algo que no siempre es rentable.

Por ejemplo, podemos suponer un sistema que juzga los cafés de la ciudad desde los criterios agradable a, bonito b, caro c, en claves dicotómicas: agradable a, no agradable  $\neg a$ , bonito b, feo  $\neg b$ , caro c, barato  $\neg c$ .

En la figura 1 observamos que el primer nodo, con forma de puerta lógica OR, simboliza lo agradable como criterio a. Un nodo que sirve como criterio a un juicio no puede ser en sí mismo ni verdadero ni falso. El súper nodo OR de cualquier criterio solo estará activo cuando sea relevante juzgar algo desde dicho criterio. En este ejemplo, cuando queramos clasificar los cafés como agradables a o no agradables  $\neg a$ .

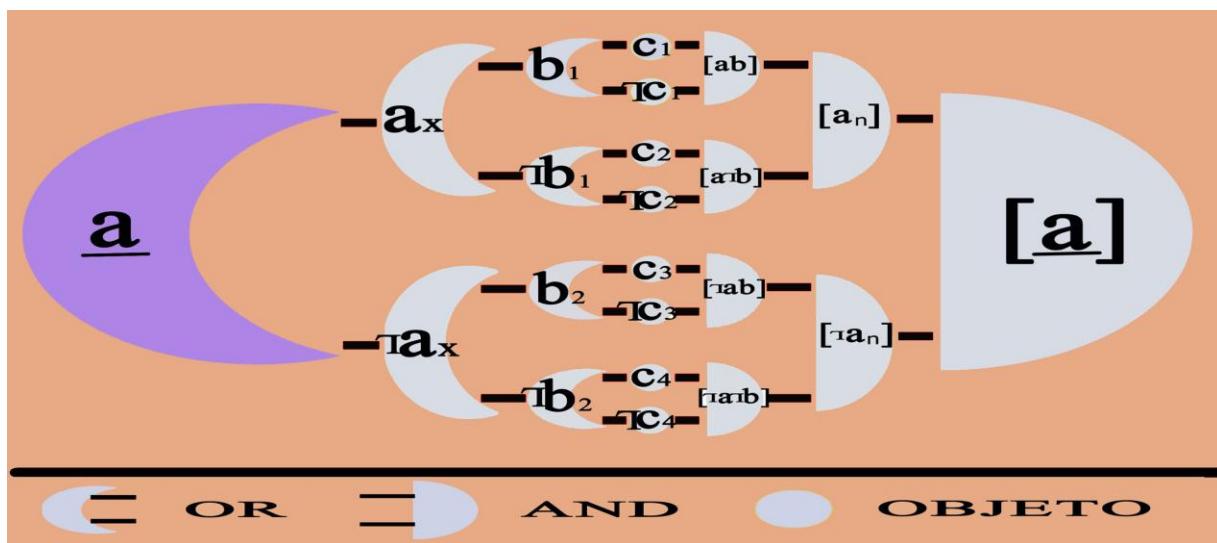


Figura 1. Estructura del sistema  $\alpha$  desde la perspectiva de  $a$

En la siguiente columna de nodos nos encontramos los nodos or  $a_x$  y  $\neg a_x$ , que se activarán con cualquier juicio que considere un café como sí agradable o no agradable respectivamente, al margen de que otras consideraciones.

En la siguiente columna encontramos las primeras combinaciones que definen posibles objetos teóricos. El nodo  $b_1$  representa cualquier combinación de agradable y bonito y el nodo  $b_2$  cualquier combinación de no agradable y bonito. Por eso podemos afirmar que hay dos tipos de bonito considerando su relación con lo agradable (1):

$$[b] = b_a + b_{\neg a} \quad (1)$$

Igualmente encontramos dos tipos de no bonitos (2):

$$\neg b_1 = \neg b_a \quad (2)$$

$$\neg b_2 = \neg b_{\neg a}$$

En la columna central tenemos todas las combinaciones posibles de las variables, es decir, los ocho posibles objetos teóricos que pueden definir los cafés de la ciudad ajustándonos a la escala convencionalmente adoptada. (3)

$$[a] = abc, ab\neg c, a\neg bc, a\neg b\neg c, \neg abc, \neg ab\neg c, \neg a\neg bc, \neg a\neg b\neg c. \quad (3)$$

La primera columna de nodos a la derecha de la central tiene el formato de puerta lógica AND, por lo que solo se activa si se activan todos los nodos que la alimentan.

$[ab]$  representa la totalidad de tipos de café agradables y bonitos que podemos obtener, que son dos con nuestra escala: caros y no caros.

$[a_n]$  representa la totalidad de tipos de cafés que podemos definir como agradables y  $[\neg a_n]$  la totalidad de tipos de café que podemos definir como no agradables. No obstante, en el cálculo nos referiremos a la totalidad de lo que se ajusta a un criterio y la totalidad de lo

que no se ajusta simplemente como [a] y [ $\neg$ a].

La última columna o súper nodo AND [a], representa la totalidad de tipos teóricos que podemos obtener aplicando el criterio de lo agradable a los cafés en nuestra escala.

La totalidad de lo que puede ser juzgado desde un criterio cualquiera del sistema alfa equivale a la totalidad de lo que puede ser juzgado desde la perspectiva de cualquier otro criterio. Es decir, que [a] = [b] = [c]...

### El conjunto como base de toda inferencia

Un sistema cognitivo codifica la experiencia generando teorías que anticipan la presencia o ausencia de parte de los objetos que componen su mundo a partir de la presencia o ausencia de otros objetos. Para ello teje redes de expectativas con nodos lógicos agrupados en conjuntos que forman dominios de conocimiento. Cada conjunto se compone de nodos OR, nodos objeto y nodos AND.

Un nodo OR sintetiza cualitativamente lo que tienen en común todos los elementos de un conjunto. Por eso, si se activa cualquier elemento se activa el nodo OR. Este nodo funciona como término medio haciendo posible cualquier inferencia, ya que, si no existiera relación alguna entre dos elementos, sería imposible enlazarnos de ninguna forma razonable.

Un nodo objeto designa una combinación única y distinta de cualidades que le diferencia del resto como unidad. Es decir, que cada elemento concreto  $p_n$  es una combinación exclusiva de variables que le permite distinguirse del resto de objetos (4):

$$p_n = \{p_1 \vee p_2\} \quad (4)$$

Consideramos el objeto como la entidad psicológica mínima sobre la cual puede la atención realizar los procesos de análisis y síntesis. Cuando las diferencias entre objetos no son relevantes, el conjunto puede ser considerado el objeto. Así, puedo hablar indistintamente de mi hermana María o de mis hermanas en conjunto.

Los nodos AND designan síntesis cuantitativas del conjunto. Podemos distinguir dos tipos de síntesis cuantitativas: síntesis de tipos cualitativos (en mi mesa hay toda clase de pinturas de colores) y síntesis numéricas (en mi mesa están todas mis pinturas de colores, las cien que tengo). Si observamos la siguiente figura, podemos ver un ejemplo de síntesis cuantitativa de cantidades cuando decimos que hay doce unidades de A. Eso significa que el súper nodo AND de cantidades solo será cierto si tengo las doce unidades. Sin embargo, podría tener de todo simplemente con una unidad de cada. No puede haber unidades sin tipo, pero sí tipos sin unidades.

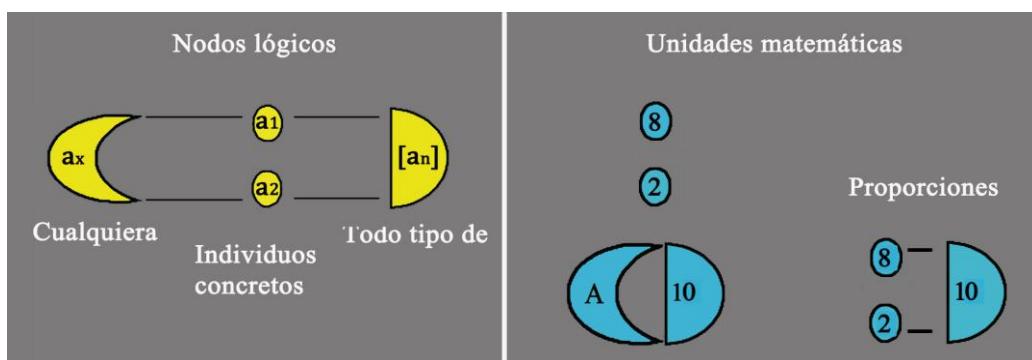


Figura 2. El conjunto, unidad lógica de los sistemas cognitivos

## Relaciones de activación en las unidades lógicas del sistema

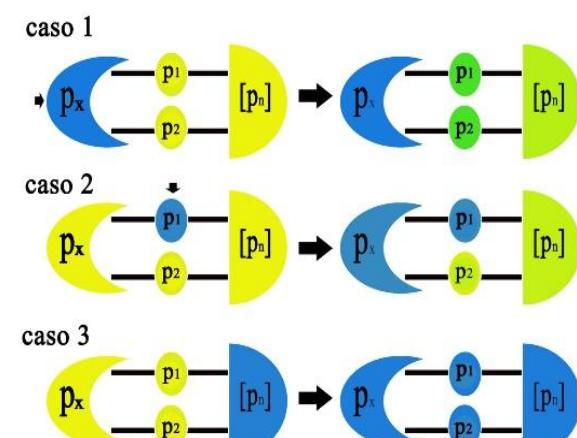
Un sistema cognitivo teje esquemas de acción, en parte innatos y en parte adquiridos, que hacen depender sus decisiones conductuales de determinadas condiciones. Si hay amenazas corre. Pero, ¿hay amenazas ahora?

Los sistemas que codifican información modifican permanentemente sus creencias, así como el estado de verdad de las condiciones: es cierto que ahora hay peligro, es falso, es probable... De la adecuación de las creencias y de su capacidad de anticipar depende la conservación y el desarrollo de los organismos.

Las inferencias que se producen en los sistemas de creencias se generan a partir de las relaciones de activación que se dan entre los nodos de sus redes. Un nodo puede estar activo o inactivo. Cuando está activo se presenta con distintos grados de certeza, aunque esencialmente de tres modos: Primero, como un nodo incierto, lo cual representaremos en color amarillo. Segundo, como un nodo verdadero, para nosotros en color azul. Tercero, como un nodo falso en color rojo. No puede ser casual que en todas las culturas exista un modo de decir que sí, que no y que no se sabe. En las redes, una cosa son las razones para pensar que sí y otras las razones para pensar que no. Si no tenemos razones en ningún sentido o tenemos las mismas en ambos sentidos, entonces habrá incertidumbre.

La activación de cualquier nodo con un grado de verdad es comunicada a todos sus asociados. Así, la verdad puede adquirir en los sistemas infinitos tonos producidos por la combinación de los tres colores tierra básicos. Si nos limitamos a categorías dicotómicas verdadero falso, será necesario un criterio de decisión para establecer en qué grado de verdad algo es considerado cierto y en qué grado de falsedad es considerado falso. La Teoría de Detección de Señales puede explicar ese proceso.

**Partimos de un nodo verdadero:**



**Partimos de un nodo falso:**

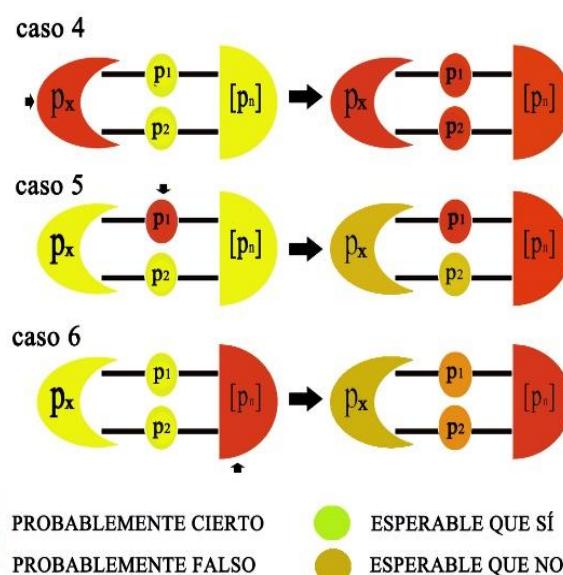


Figura 3. Relaciones de activación en las unidades lógicas de un conjunto

El primer caso de la figura ejemplifica lo que ocurre cuando veo a una gemela en el instituto sin poder concretar quién es. Para mí entonces es seguro que hay alguna gemela en el

centro. A partir de ahí puedo inferir que es probable que sea la gemela b1 y que es igualmente probable sea la gemela b2. La experiencia cambiará el peso de los nodos por sus frecuencias acumuladas, pero *a priori* no debería haber diferencias. Ambas son probablemente ciertas al cincuenta por ciento, y por eso ambos nodos objeto son verdes. También los intereses y la recencia podrían aumentar el peso de los nodos o la intensidad con la que son considerados en las redes. En todo caso, la figura solo muestra las estructuras lógico matemáticas que permiten la inferencia a priori.

El caso dos parte de la verificación empírica de un objeto concreto. Si reconozco a la gemela b1 entrando en un portal, puedo afirmar con certeza que hay alguna gemela en dicho portal y además tengo algún motivo para esperar que estén las dos gemelas ahí. La inferencia de lo esperable depende de nuestra creencia en la regularidad del devenir y en la homogeneidad de los hechos, y aunque no se elimina la incertidumbre puedo ayudarnos a tomar decisiones. Así, si organizamos una fiesta para cien personas y llamamos al azar a diez de ellas para saber si van a venir y nos dicen que no ¿sería razonable comprar comida para noventa? Un estadístico podría especificar las leyes de lo esperable.

En el caso tres tenemos a las dos gemelas delante de nosotros en hora de clase en la cafetería. Si la jefa de estudios nos dijo que avisáramos si veíamos a alguna gemela, se cumple la condición. También podemos decir al profesor de b1 que b1 está en la cafetería y lo mismo al profesor de b2. Luego si la totalidad es azul, son azules todos los nodos. En el cálculo, es importante distinguir la condición cualquiera de todos.

En el caso cuatro partimos de la confirmación empírica de que es falso que haya alguna en clase. Luego no hay ninguna. Y será falso cada objeto y será falsa la totalidad. También ahora podemos afirmar sin ninguna duda razonable que están ausentes. Luego si alguno es rojo, todo es rojo.

En el caso cinco comprobamos por nosotros mismos que b1 no está en su mesa. En ese instante podemos afirmar que es falso que b1 esté en su mesa y podemos afirmar con certeza que sería falso afirmar que las dos gemelas están sentadas en sus mesas. Además, tenemos motivos para sospechar que b2 tampoco esté en su mesa. Estos motivos pueden ser suficientes, al menos para incitarnos a comprobarlo. Debemos advertir que nos acompaña la duda, ya que no tenemos evidencia de la ausencia de b2.

En el caso seis partimos de la certeza de que no están todas. Ahora es probablemente falso afirmar que está en clase b1 y es probablemente falso afirmar que está b2 en clase.

### Lo esperable

Los casos 2 y 5 de la figura parten respectivamente de la afirmación y negación del nodo concreto  $p_1$ . El color de  $p_2$  en ambos casos depende de lo que podemos llamar lo esperable. De todas las inferencias, ésta es la que parece más asociada a nuestros miedos y deseos, a la experiencia previa y a nuestras creencias sobre la homogeneidad de los hechos y la regularidad del acontecer. Por eso es la inferencia más discutida en el aula. Para la mitad del alumnado no es legítimo ir más allá del amarillo, aunque reconocen que los casos que se dan en un sentido determinan nuestras expectativas. Por eso las discusiones terminan cuando se subraya que los sistemas de creencias no nos dicen lo que las cosas son, sino lo que es razonable esperar de ellas. Así, finalmente, todos admiten diluir al menos una gotita de azul o de rojo en el color de los nodos asociados. Es manifiesto que la creencia en la regularidad u homogeneidad de los hechos es un factor del que dependen las inferencias. Si el valor de dicha creencia lo igualamos a cero, el color de  $p_2$  en los casos 2 y 5 será amarillo y su valor

matemático 0.

Del color de lo esperable en 2 y 5 se ocupa la estadística; de lo probable en 1 y 6 la probabilidad y un lógico se sentiría más cómodo con lo necesario reflejado en los casos 3 y 4.

Otra forma de resolver el problema del color de lo esperable consiste en analizar los nodos de las redes suponiendo que combinan la información presente en sus receptores con las expectativas teóricas generadas mediante la codificación de la experiencia pasada propia o ajena. Así, un objeto integra un concepto, teoría o la forma con la que es percibido, con la materia o estímulos a los que dicho concepto dan forma.

La siguiente figura nos muestra la diferencia entre percibir algo y pensar que debe haberlo. La parte interior de cada nodo recoge la experiencia directa e inmediata de los sistemas enviada por sus receptores. La parte externa codifica expectativas. Distinguir expectativas de evidencias es difícil, pero esencial para el sentido crítico.

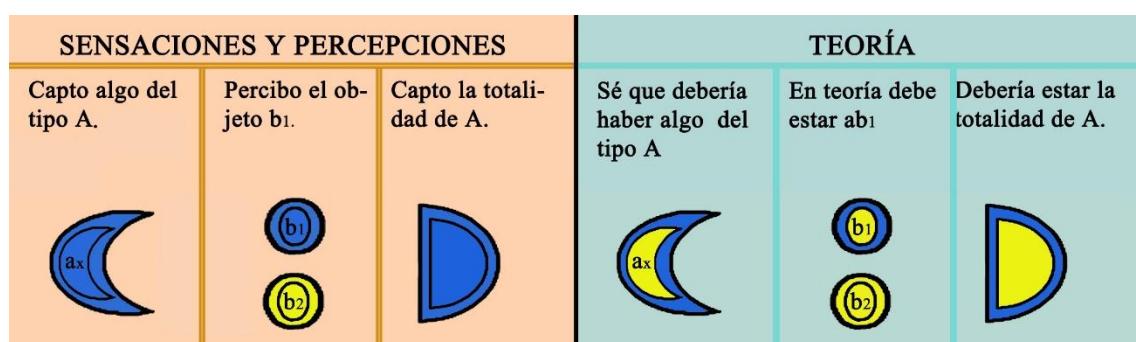


Figura 4. Análisis de nodos en sus componentes fácticos y teóricos

La siguiente figura nos muestra las inferencias que realiza el sistema partiendo de confirmaciones teóricas, cuando hemos distinguido entre lo que podríamos llamar, tomándonos muchas licencias y en términos kantianos, intuición y concepto.

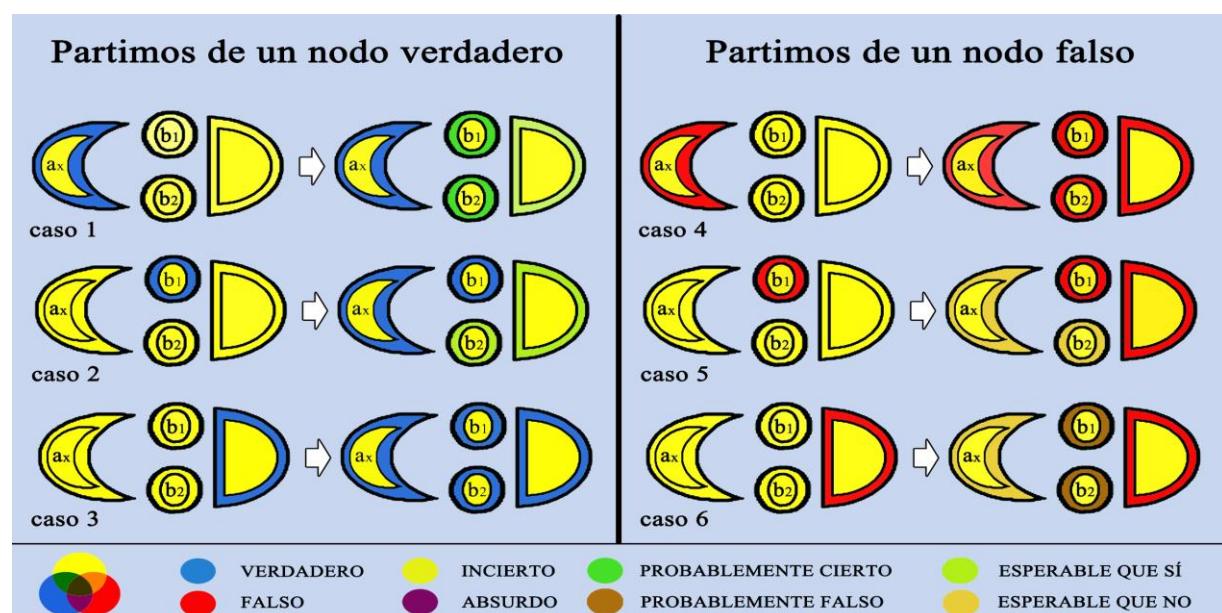


Figura 5. Diferencia entre materia y concepto: estímulos y expectativas

En el caso 1 de la figura cinco el conserje nos informa de que él ha visto pasar al menos a una de las gemelas. Ahora podemos inferir, si confiamos en la fuente, que en teoría hay alguna gemela en el centro. Por eso es azul el exterior del nodo OR. En tal caso podríamos inferir también que teóricamente hay mínimo un 50% de probabilidades de que esté b1 en el centro y un 50% de probabilidades de que esté b2. Por eso el verde exterior de los objetos b1 y b2. También tenemos motivos, aunque sean mínimos, para esperar que estén las dos, y por eso es verde limón el borde exterior del nodo AND. Sin embargo, nos queda un resto de duda en el núcleo de todos los nodos, dado que no hemos comprobado por nosotros mismos la información. El sentido crítico nos impide eliminar la incertidumbre, máxime cuando los sistemas intercambian información con fines manipulativos.

En las redes no puede haber objetos materiales sin concepto, pero sí podría haber conceptos sin materia. Es decir, que podemos crear objetos teóricos sin ninguna confirmación empírica, pero no podemos confirmar empíricamente un objeto sin concepto. Recordemos que un concepto es cualquier combinación imaginable de variables. En todo caso, preferimos evitar por ahora discusiones ontológicas.

La distinción entre el interior de los nodos y el exterior permite resolver las discusiones que generan los casos 2 y 5 entre mis alumnos. Para más de la mitad, el color del nodo AND partiendo de la verdad de b1 en el caso 2 debería ser amarillo, porque no sabemos qué pasa con b2. Sin embargo, reconocen que el hecho de que b1 sea cierto da motivos para esperar que lo sea b2. Al distinguir teoría y evidencia, podemos decir que en teoría acumulamos motivos para esperar que sí, pero que al mismo tiempo carecemos por completo de evidencia.

### Conectores lógicos en los circuitos lógico-bayesianos

Los conectores lógicos comunican teorías acerca del mundo que prohíben o eliminan en teoría ciertas combinaciones de la estructura bayesiana. Son elementos convencionales al servicio de la comunicación, que reducen la incertidumbre, pero son ajenos al proceso mismo de la inferencia, la cual que pude tener lugar con sin ellos. Los conectores eliminan a posteriori posibilidades o combinaciones teóricas, reduciendo así el ámbito de lo que se supone que es razonable esperar. Sin embargo, nada es imposible a priori, salvo definir una escala sin grados distintos y excluyentes.

En la figura seis observaremos varios colores en los nodos. Los nodos prohibidos están en color morado, que significa en el diagrama absurdo. Es decir, que si respetamos las condiciones establecidas por los conectores no podemos esperar los objetos señalados en dicho color. Por ejemplo, si partimos de una asociación bicondicional entre a y b, entonces no es razonable esperar  $a \rightarrow b$  ni  $b \rightarrow a$ . Si finalmente encontráramos objetos  $a \rightarrow b$  o  $\neg ab$ , entonces tendríamos que cambiar el conector, es decir, tendríamos que cambiar nuestras creencias acerca del mundo para adaptarlas a los hechos. Entre los nodos de la figura seis también encontraremos algunos amarillos.

Un nodo amarillo representa una posibilidad no verificada ni refutada por el enunciado en cuanto posibilidad misma. Imaginemos la siguiente situación. Alguien que está conociendo a mi familia descubre que todos mis hermanos cazan. En ese momento, puede afirmar dentro de mi familia, que, si eres mi hermano, entonces eres cazador. Sin embargo, no puede decir si hay o no cazadores al margen de mis hermanos en mi familia. Esa posibilidad de ser cazador sin ser mi hermano puede verse finalmente verificada o refutada por los hechos sin hacer falsa la relación condicional inicial. Es decir, que si partimos de que  $h \rightarrow c$ , no podemos afirmar ni negar la conjunción  $c \rightarrow h$ . Por tanto, los nodos en amarillo están pendientes de verificación y

pueden llegar a ser eliminados sin incurrir en contradicción.

Sin embargo, los nodos eliminados en un conector no pueden verificarse sin exigir que la restructuración del sistema, del mismo modo que los nodos afirmados no pueden eliminarse sin contradecir las condiciones establecidas para nuestras expectativas. Negar que un nodo sea verdadero es distinto de eliminarlo como posibilidad. Por ejemplo, la moneda de mi bolsillo no es de un euro, pero podría haberlo sido.

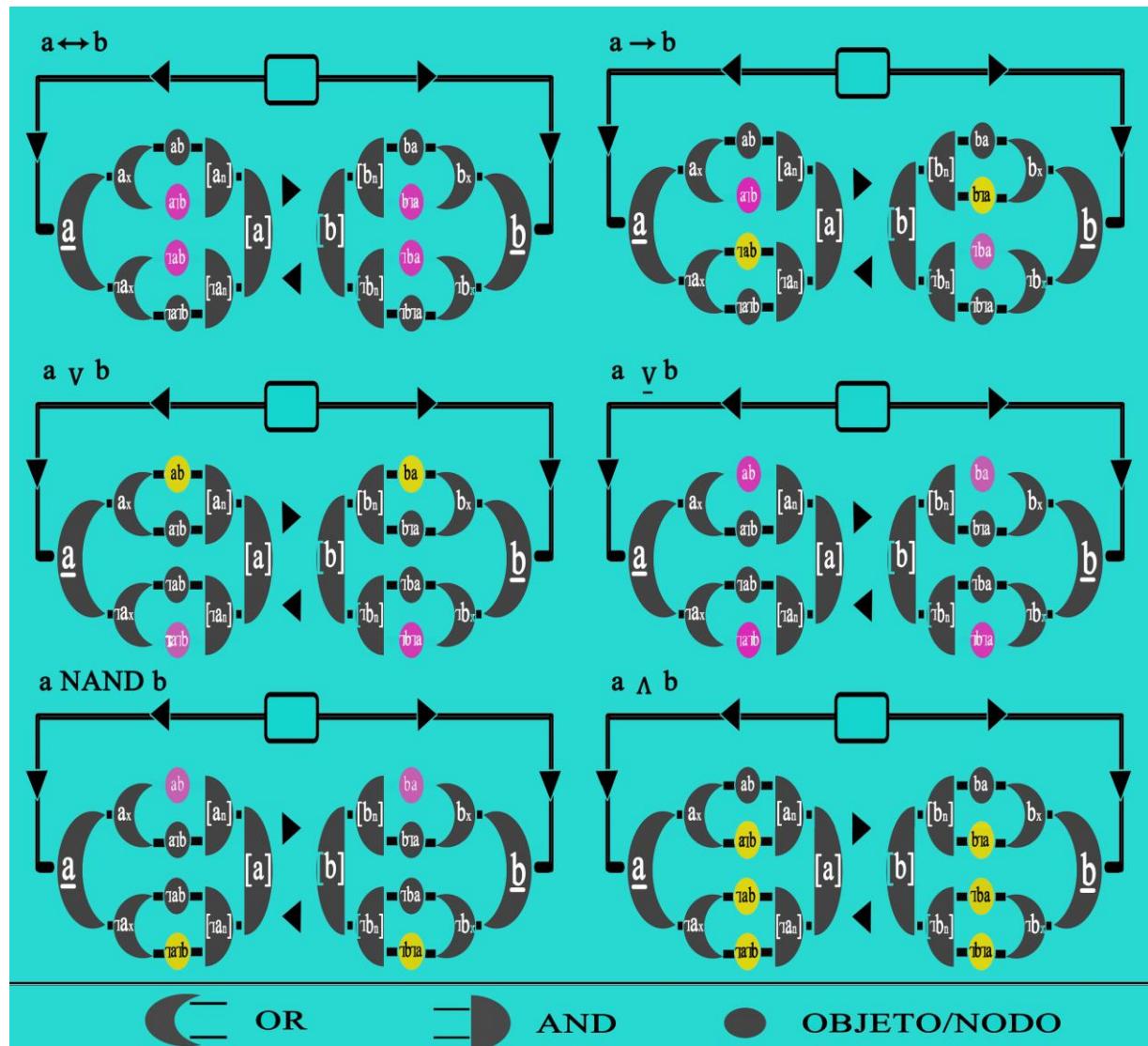


Figura 6. Definición de los conectores lógicos en los circuitos lógico-bayesianos.

La definición de la conjunción en estos circuitos lógico bayesianos expresa las posibilidades admitidas en un conjunto. Así, si yo empiezo a conocer a la familia de uno de mis alumnos y descubro que tiene un hermano que canta bien, he verificado la conjunción ser hermano de mi alumno (a) y cantar bien, (b) pero quedan como posibilidades inciertas que haya o no hermanos en su familia que cantan mal, o familiares que no son sus hermanos que cantan bien o mal.

## **Suposiciones, hechos, teorías e implicaciones teóricas.**

Los sistemas cognitivos parecen distinguir bien suposiciones de hechos confirmados. Cualquier nodo de los esquemas cognitivos expresa relaciones esperadas en la conjunción de los objetos o de las cualidades que configuran nuestro mundo. Inicialmente nada es imposible, cualquier combinación de variables es concebible, lo cual supone un elevado estado de incertidumbre acerca de lo que nos cabe esperar. Es decir, podemos conjeturar cualquier cosa, siempre que respetemos que una misma escala no puede definir al mismo tiempo y en el mismo sentido y en un mismo sistema cognitivo a un mismo objeto teórico con dos grados de ser excluyentes.

Para reducir la incertidumbre acerca de lo que nos cabe esperar atenerse a la experiencia es una buena estrategia adaptativa. A partir de los hechos elaboramos nuestras teorías, las cuales expresan lo que podemos esperar razonablemente a partir de la presencia o la ausencia de una variable. No necesitamos entrar en la discusión de lo que sea un hecho para comprender que un sistema diferencia conjeturas de hechos confirmados, dándole mayor certeza a lo confirmado. Otra cuestión es cómo se confirmen los hechos en un determinado sistema y cómo tengan que ser confirmados para ser consensuados. Por ejemplo, para el loco su alucinación es un hecho y al decir hecho nosotros solo afirmamos que en sus redes se cumplen las condiciones para saltar al vacío totalmente seguro de poder volar.

Así, cualquier proposición que describe asociaciones en la red puede tener el rango de suposición, hecho, teoría basada en hechos o implicación teórica. En las inferencias, los hechos se imponen a las teorías y las teorías a las suposiciones, siendo posible la evolución del conocimiento dentro de los límites de una razón vital.

Como hemos dicho, en la figura seis las suposiciones se expresan en amarillo, las implicaciones teóricas que establecen imposibles en morado y las teorías confirmadas aparecen en gris. Cuando durante una situación en curso sea necesario tomar decisiones adaptadas a las circunstancias, lo referido por un nodo gris o amarillo podrá asumir tonos azules o rojos según se muestre como verdadero o falso. Y lo mismo un nodo morado, pero no sin sorpresa y la restructuración de creencias correspondiente.

Además, supongan que quieren organizar un caro viaje de pesca al lago uno o al lago dos para conseguir un enorme trofeo, pero que no saben nada acerca del estado actual de dichos lagos. Supongan que yo les digo que mi experiencia reciente en el lago uno ha sido estupenda y con enormes capturas. ¿Se arriesgarán con el dos? Tal vez sí, si les moviera un radical espíritu de aventura y descubrimiento, pero no parecería razonable si su objetivo primordial fuera el trofeo. Esta distinción que parecen asumir los sistemas cognitivos y que da más peso a lo verificado que a las posibilidades aún inciertas podría explicar la tendencia a incurrir en las falacias de la afirmación del consecuente y de la negación del antecedente.

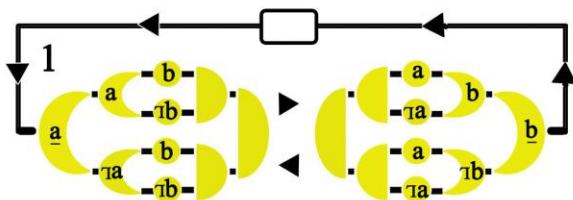
Las conexiones permitidas en las redes transmitirán la activación provocada por un estímulo en el circuito en todas las direcciones. Cuando solo haya una conexión permitida, esa conexión será obligada. Si hay varias, tendremos una disyunción, es decir, una serie de conexiones probables. En las disyunciones, la energía de activación tendrá que repartirse según el peso de los nodos de la disyuntiva, un peso que solo es el mismo a priori. Dado que los sistemas cognitivos están al servicio de la vida y que la vida requiere tomar decisiones aquí y ahora, el peso de los nodos en una razón vital debe ser circunstancial.

En todo caso, aquí solo describimos la estructura formal y a priori de los sistemas, es decir, al margen de factores contextuales. Aunque el número de grados de ser es a posteriori y por conveniencia.

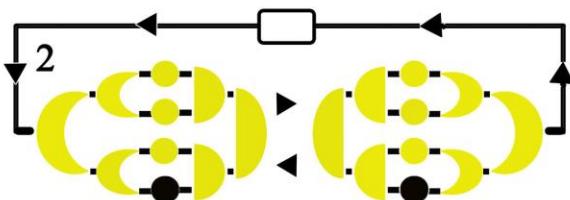
A partir de lo dicho hasta ahora podemos mostrar un ejemplo de los pasos que seguiría inferencia en un circuito con dos criterios divididos dicotómicamente. En dicho circuito establecemos la estructura que se corresponde con la disyunción no exclusiva.

Para comprender las figuras hay que recordar que el color azul de los súper nodos OR a la derecha y la izquierda de cada figura no significa verdadero sino activo. También debemos recordar que los nodos-objeto centrales son los mismos desde la perspectiva de cualquier criterio, aunque no están situados simétricamente.

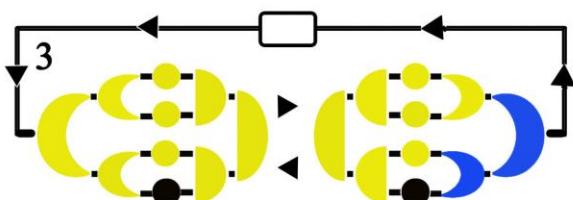
Si pides un refresco aquí es seguro que sera ácido o que tendrá burbujas. Y este no tiene burbujas.  
¿Qué podemos inferir?



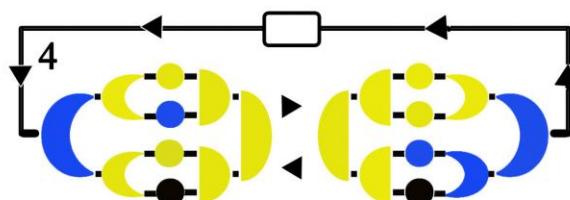
Los criterios son ser ácido y tener burbujas. Basta un esquema dicotómico.  
a= ácido; b= tiene burbujas  
 $\neg a$  = no es ácido;  $\neg b$  = no tiene burbujas.



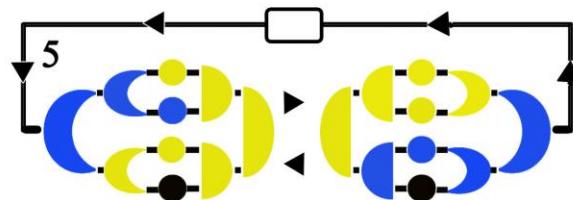
Se afirma una disyunción que no parece excluyente. Luego eliminamos la opción de que no sea ni ácido ni con burbujas.



Sabemos que no tiene burbujas.



Luego es sin burbujas y ácido



Y podemos afirmar que hay algo ácido y de todo lo que puede haber sin burbujas.

Pero no sabemos si hay de hecho refrescos ácidos con burbujas, ni sabemos si los hay no ácidos con burbujas. Aunque son posibilidades no prohibidas. Para afirmar que el bar tiene de todo lo que hemos postulado como posible, tendríamos que verificar que tienen bebida ácida con burbujas y no ácida con burbujas.



Figura 7. Ejemplo de inferencia que incluye una disyunción no exclusiva

Si una fuente de confianza nos comunica la disyunción no exclusiva *aquí los refrescos es seguro que son ácidos o que tienen burbujas* y nos dice que el refresco que bebe no tiene burbujas, entonces podemos inferir que bebe un refresco ácido. Y es así porque aceptamos que no existe la posibilidad de tomar refrescos que no sean ni ácidos ni sin burbujas. No

obstante, no sabemos si existen en ese lugar refrescos ácidos con burbujas e incluso podría no haber refrescos no ácidos con burbujas, dado que solo con el refresco que nos señala ya sería verdadero el enunciado inicial.

Durante el razonamiento se pueden distinguir dos procesos. Por una parte, la determinación del ser de un objeto concreto, que es lo que pretende la lógica de proposiciones. Por otra parte, la determinación del estado de cosas en un conjunto de objetos, que es lo que pretende la lógica de predicados. En la determinación de un objeto no cabe la posibilidad de ser y no ser al mismo tiempo. Sin embargo, al definir un conjunto sí es posible que sus elementos queden determinados por cualidades excluyentes. En la figura anterior el universo del discurso refiere a un conjunto de objetos que pueden ser juzgados desde los criterios a y b. Por eso, que sea cierto que hay un refresco sin burbujas en el bar, no resta incertidumbre al hecho de que haya o no refrescos con burbujas. Otra cosa sería decir que esto es un refresco sin burbujas: entonces sería falso afirmar que lo sea con burbujas.

Podemos ver algunos ejemplos más de activación condicionada a los distintos conectores según el punto de partida sea la afirmación de un nodo como verdadero o como falso. Pero recordemos que los circuitos solo simulan redes de expectativas que no siempre se cumplen.

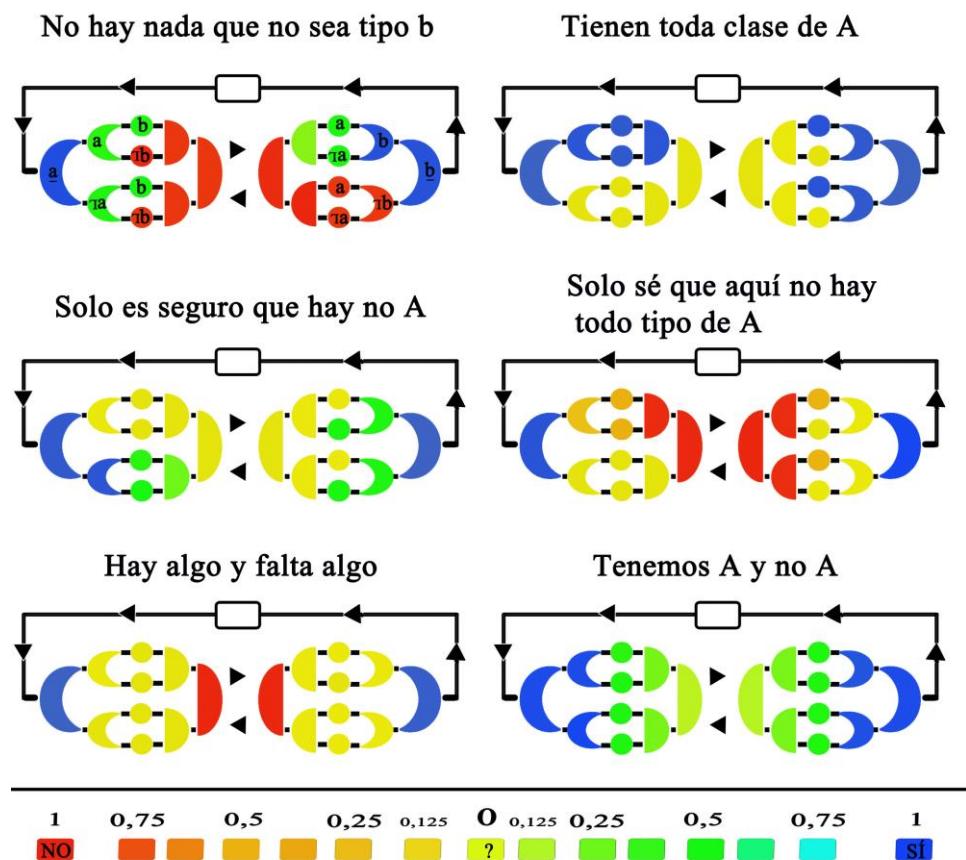


Figura 8. Ejemplos de expectativas

Trataremos de explicar el estado de creencias que surge en el sistema al afirmar *solo sé que aquí no hay todo tipo de A*, en la segunda fila y columna de la derecha de la figura ocho. En este caso el punto de partida es que es falso el nodo AND que refiere a todo tipo de A. Por eso

está en rojo. De ahí deducimos que debe ser rojo el súper nodo AND que expresaría que hay de todo lo que es A y no es A. Ahora nos preguntamos por los nodos  $ab$  y  $a \neg b$ . Uno de ellos es falso seguro. Pero como no sabemos cuál, repartimos la carga de rojo entre ambos. Así quedan los dos naranjas: probablemente falsos. ¿Qué pasa entonces con el nodo algún tipo de A? Realmente no sabemos si hay o no hay algún tipo de A. Pero tenemos motivos para sospechar que no hay y no tenemos motivos para sospechar que sí lo hay. El valor del nodo OR algún A de 0,25 no, surge de la probabilidad conjunta de no tener  $ab$  y no tener  $a \neg b$ . Luego 0,5 de que no multiplicado por 0,5 de que no = 0,25 de que no. El resto de los nodos OR queda en amarillo con total incertidumbre en este caso.

Los motivos a favor y en contra pueden contrarrestarse. Así ocurre en la proposición *hay algo y falta algo*, en la tercera fila de la figura ocho. En ese caso solo sabemos que es falso el nodo AND que señala que hay de todo. Pero en el resto de los nodos el mismo peso tienen los motivos para afirmarlos que para negarlos.

Si en las series no suponemos que debe haber algo cierto, no habrá color azul al margen del que indica que los criterios de búsqueda están activos. Por ejemplo, al buscar tornillos en la caja de herramientas, el hecho de que sea falso que hay tornillos de estrella no resta incertidumbre al hecho de que haya o no tornillos planos. En un sistema de búsqueda todo puede ser falso o verdadero, pues podría haber de todo y podría no haber de nada.

Lo único que es imposible es concebir una escala sin diferencias. Es decir, que a un sistema que juzgara los estímulos con una única escala de referencia, le resultaría imposible distinguir dos estímulos si no ocuparan posiciones diferentes dentro de dicha escala.

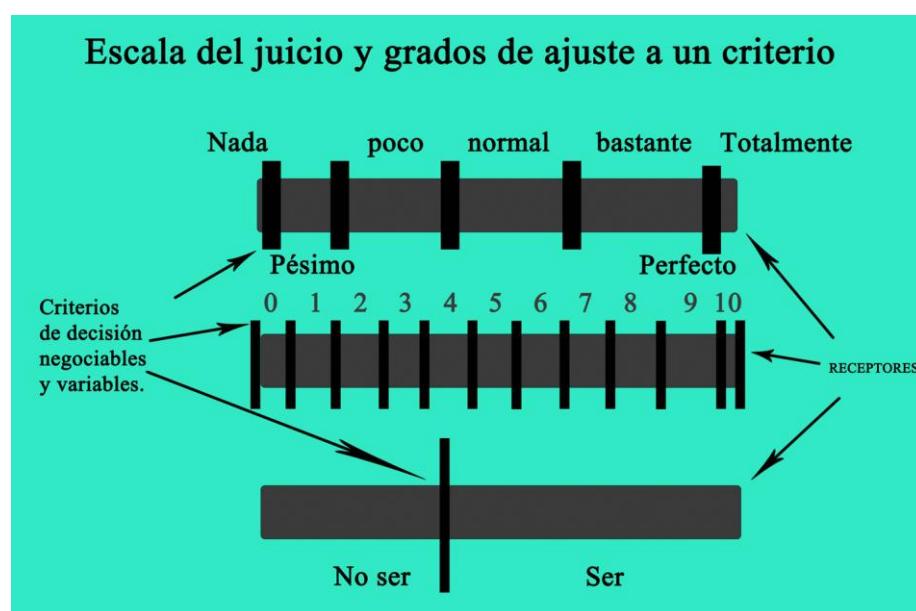


Figura 9. Escalas y grados de ser.

Para determinar el ser de un estímulo necesitamos una escala que exprese los grados de ser o ajuste al menos a un criterio. Ahora, un punto, un intervalo de la escala o, si lo prefieren, un solo conjunto difuso y solo uno, debe ser necesariamente cierto. Es decir, que todo estímulo para ser conocido debe ser determinado con una identidad que lo distinga del resto de los estímulos. Lo contrario haría imposible generar esquemas de acción y tomar decisiones. No obstante, sí es posible ser juzgado por subsistemas del sistema cognitivo de forma contraria al

mismo tiempo y también es cierto que al modificar las escalas puede alterarse el juicio. El número de grados de una escala debe permitir optimizar la toma de decisiones. Y recordemos, más divisiones significa más matices, pero también mayor coste cognitivo y mayor incertidumbre. Un sistema simple pierde matices, pero gana en capacidad de decisión. Un sistema complejo con múltiples grados de ser puede ser más preciso y sin embargo, en igualdad de condiciones, está condenado a tomas de decisiones más lentas y complejas. En la figura 10 se puede apreciar como la certeza de que hay algo dividida entre dieciocho objetos posibles supone un grado muy pequeño de seguridad asociado a cada uno de ellos. La misma proposición es expresada desde la perspectiva de los tres criterios.



Figura 10. Red de tres criterios divididos en escalas con tres grados de ser.

Las siguientes figuras resuelven inferencias de silogismos y lógica de proposiciones con una misma herramienta.

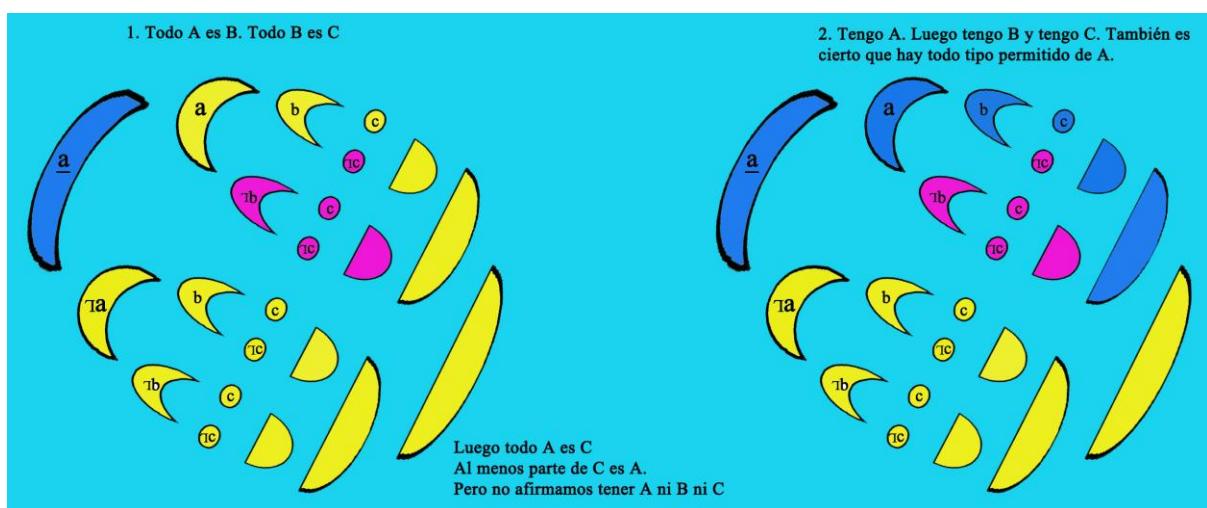


Figura 11. Toda A es B, toda B es C.

La figura once nos muestra que el mismo significado tiene la universal afirmativa aristotélica que la afirmación de una asociacióncondicional. Sin nos fijamos en el circuito de la izquierda, que afirmemos que toda A es B no supone afirmar que tenemos de hecho A y B, del mismo modo que no afirmamos tal cosa con la condicional. Sin embargo, una vez que aceptamos que tenemos A, en ambos casos y por la misma lógica debemos aceptar que tenemos B. Los circuitos lógicos y las leyes de inferencia son ajenos a los debates acerca de las condiciones que se deben cumplir para afirmar la existencia de un objeto. No obstante, la razón vital sí exige garantías en la confirmación de las condiciones que sirven de antecedente a nuestra conductas más caras o arriesgadas, sin que sean necesarias tales garantías durante el juego.

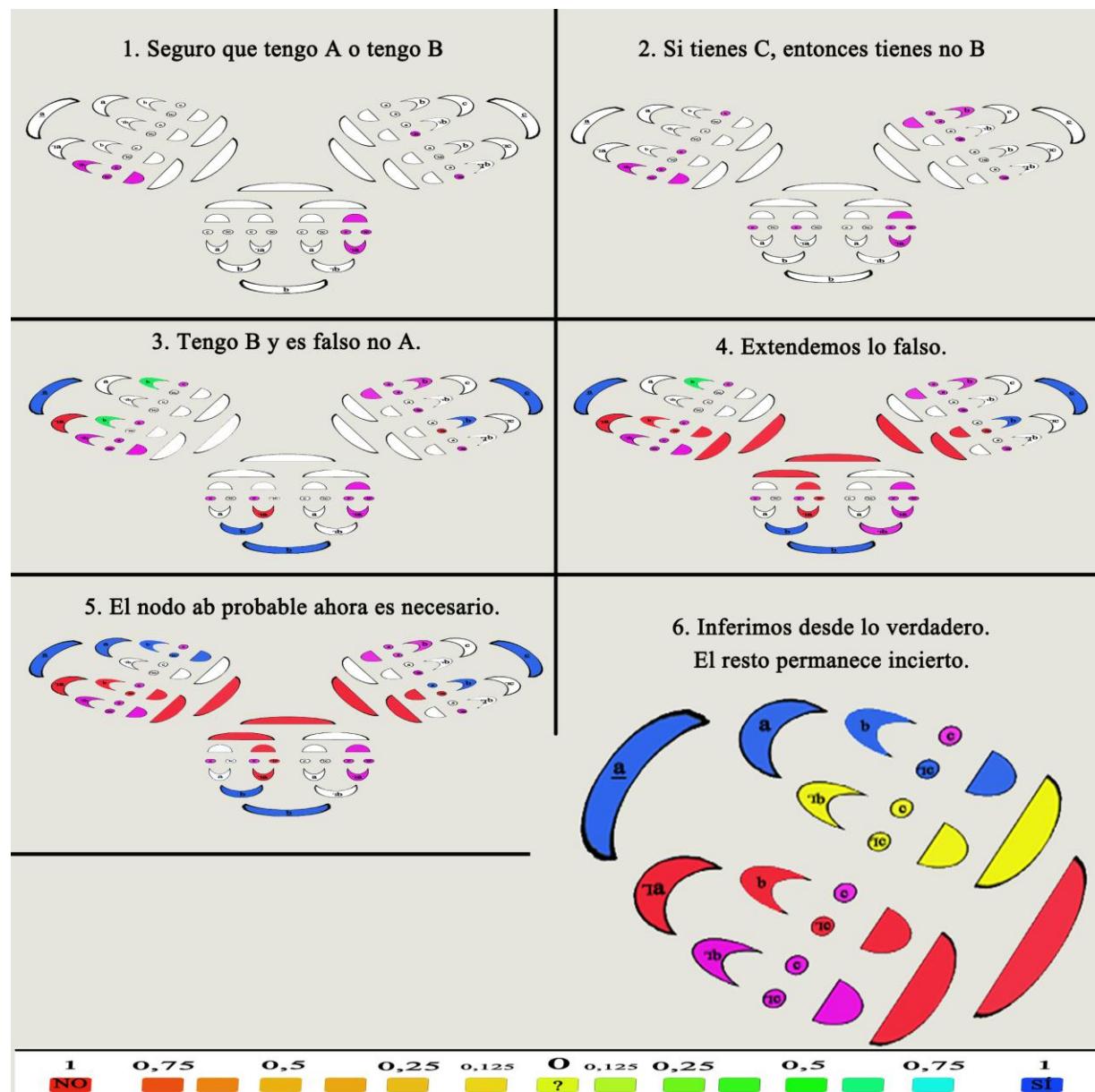


Figura 12. Ejercicio de lógica de proposiciones resuelto desde los tres criterios.

El ejercicio resuelto gráficamente en la figura anterior tiene las siguientes premisas.

Primero, o es A o es B, sin excluirse. Segundo, si tienes C, entonces tienes no B. Tercero, es cierto B y es falso no A. Al eliminar posibilidades hay que tener cuidado de seguir las reglas de la propagación de la falsedad. A saber, que un nodo de un objeto concreto sea eliminado, no elimina al nodo OR que lo sustenta, a no ser que sea el último objeto sustentado. A partir de ahí primero hemos resuelto las inferencias que se siguen de lo falso. Es interesante observar como los nodos probables ab del paso 3 dan lugar a un nodo azul en el paso 5. Al ser falso el nodo no A, la única opción de ser B que resta es la asociada con el nodo A.

También es interesante advertir que tras finalizar los procesos de inferencia hay nodos inciertos. Es seguro que tenemos  $\neg C$ , pero podríamos tener también C sin incurrir en contradicción.

Son muchas las inferencias que se pueden realizar. Cada nodo puede ser expresado en una proposición, aunque recordando que un objeto es definido por sus conexiones. Así es falso que tenga cierto tipo de  $\neg C$ , pero no puedo afirmar que todo  $\neg C$  sea falso, del mismo modo que no tengo razón suficiente para afirmarlo.

Podemos terminar este capítulo con un ejemplo más de ejercicio que puede ser considerado lógica de proposiciones o silogismo. No hay diferencias, logos solo hay uno.

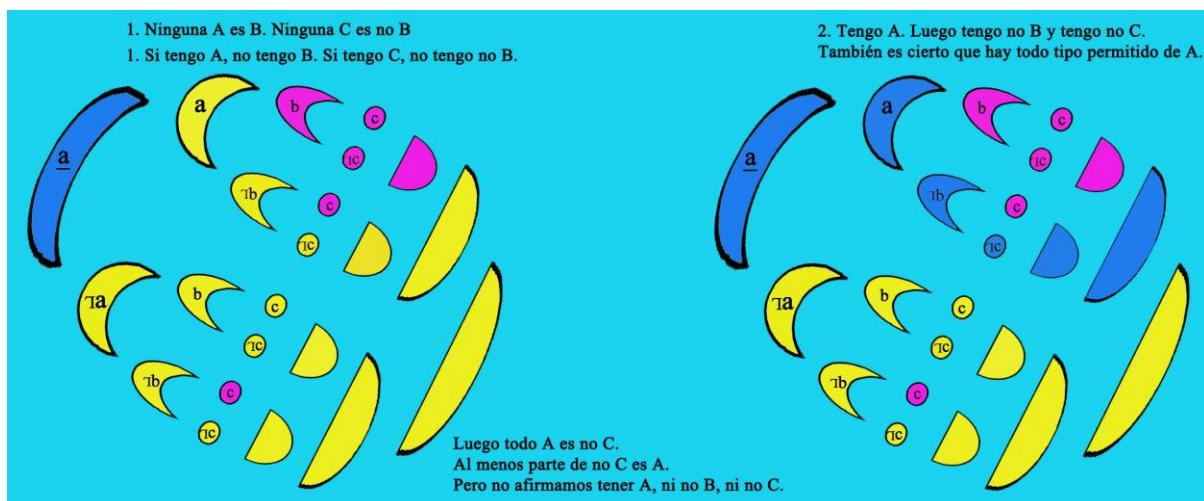


Figura 13. Esquema de un silogismo o una condicional.

## Bibliografía

López Aznar, M. B. (2016). Innovación en didáctica de la lógica: el Diagrama de Marlo. En MIJANGOS MARTÍNEZ, T. Rutas didácticas y de investigación en lógica, argumentación y pensamiento crítico. pp. 105-154.: México, Academia Mexicana de la Lógica AC. Libro electrónico.

López Aznar, M.B. (2016). Lógica de predicados en el diagrama de Marlo, cuando razonar se convierte en un juego de niños. En: GARCÍA NORRO,J.J.; INGALA GÓMEZ, E.; ORDEN JIMÉNEZ, R.F. (coords.). Diotima o de la dificultad de enseñar filosofía. p 335-356. Madrid: Escolar y Mayo.

López Aznar, M.B. (2016). Estructura formal de los sistemas cognitivos desde el diagrama de Marlo. En ESTYLF 2016. XVIII Congreso Español sobre tecnologías y Lógicas fuzzy. Libro de resúmenes. pp. 108, 109. Alcaide Cristina. Donostia-San Sebastián.

López Aznar, M.B. (2015). Adiós a bArbArA y Venn. Lógica de predicados en el diagrama. Paideia. Revista de Filosofía y didáctica filosófica número 102. pp. 35-52.

López Aznar, M.B. (2014). Cálculo lógico de modelos proposicionales: la revolución del silogismo en el Diagrama de Marlo. Pamplona 2014. Ed. Círculo Rojo.