

# *Estrategias de Selección Basadas en Plausibilidad*

## Reporte Preliminar

Eric Hejda  
Gerardo Parra

Departamento de Informática y Estadística  
Universidad Nacional del Comahue

e-mail: ehejda@hotmail.com

e-mail: gparra@uncoma.edu.ar

**Palabras Claves:** Inteligencia Artificial, Razonamiento Plausible, Fuentes Inconsistentes

## Resumen

En el presente trabajo tomamos como punto de partida la noción de plausibilidad en el sistema de razonamiento plausible propuesto por Rescher [7]. A partir de este sistema se desarrollan esquemas alternativos para la selección de un conjunto de datos consistente a partir de un conjunto de datos inconsistente. Estos datos son suministrados por fuentes de información. Las *fuentes de información* pueden ser testimonios de expertos, testigos, fuentes históricas, observaciones personales, recuerdos, recursos intelectuales, etc., y suministran todos los datos disponibles al alcance del agente razonador. Todo dato aportado por un agente informante tiene algún grado de plausibilidad positiva, esto no quiere decir que el dato sea verdadero, sino candidato a ser verdad. Para el análisis de plausibilidad, partimos de dos enfoques opuestos: *inclinación a la plausibilidad* y *fobia a la implausibilidad*. Luego se van desarrollando métodos alternativos tratando de mantener la simplicidad y aumentando la flexibilidad. Se presenta un esquema para obtener una comparación entre las fuentes, y posiblemente llegar a obtener un orden total entre ellas. Este esquema apela a una relación auxiliar con la cual se trata de realizar una comparación entre fuentes que eran originalmente incomparables bajo plausibilidad. Generalizando estas comparaciones entre todas las fuentes originalmente incomparables bajo plausibilidad se puede llegar a establecer un orden total bajo la relación de plausibilidad, lo cual es de gran utilidad para operar y tomar decisiones en cuanto a los datos aportados por los informantes.

## 1. Introducción

Este trabajo aporta estrategias en el ámbito de la *inteligencia artificial*, más precisamente sobre la *representación de conocimiento*. La *teoría de plausibilidad* [6,7] ofrece un mecanismo exacto para razonar y tomar decisiones sobre un conjunto específico de afirmaciones que nosotros, como agentes razonadores, estamos inclinados a aceptar como verdaderas. Dichas afirmaciones son suministradas por fuentes de información, o también llamadas *agentes informantes* [3,5]. Las fuentes están graduadas según su confiabilidad, es decir que cada fuente tiene asociado un grado de credibilidad, el cual es extendido a todas las proposiciones que ella informa. La noción de plausibilidad establece un grado de credibilidad a un enunciado, basándose en la credibilidad de la fuente de información. Además se trata la *restauración de la consistencia* a partir de un conjunto inconsistente de proposiciones,

aportando algunas estrategias para llevar esto a cabo de una manera sencilla y eficiente. La inconsistencia impone la tarea de decidir sobre varias alternativas factibles para solucionar el problema. Nuestro objetivo es inclinar la elección por el conjunto de datos más confiable, tomando en cuenta la confiabilidad de las fuentes que informan esos datos. Dado un conjunto de proposiciones individualmente plausibles pero no consistentes colectivamente, deseamos emplear consideraciones de plausibilidad como un medio para resolver o simplificar el problema de la elección de alternativas. Los esquemas se trataron en forma enteramente no numérica, ya que éstos consisten simplemente de comparaciones, no cálculos.

Como la idea de un orden lineal entre los informantes es discutible, ya que no siempre es posible comparar la plausibilidad de los distintos agentes informantes y decidir en quién confiamos más, se trató y analizó detalladamente el caso de *fuentes incomparables*, es decir fuentes que no están relacionadas bajo plausibilidad y por lo tanto no se tienen los medios para establecer una relación de credibilidad entre ellas.

El objeto de este trabajo es aportar al campo de la Inteligencia Artificial algunos esquemas o métodos para simplificar los problemas generados por la inconsistencia de datos como así también tratar el caso de las fuentes de información incomparables. La estructura del trabajo es la siguiente. A continuación se realiza una introducción de los términos y nociones básicas que soportan la teoría de plausibilidad. Luego se analiza la plausibilidad en el caso inconsistente y se definen y comparan varias estrategias para tratar con ésta, analizando sus ventajas y desventajas, en la sección 3. Además, ésta sección, se divide en tres subsecciones, que corresponden a la comparación basada en informantes, a la comparación basada en premisas, y a la comparación entre las políticas: fobia a la implausibilidad vs. Inclinación a la plausibilidad, respectivamente. La sección 4 trata con las fuentes incomparables, se definen y analizan estrategias para solucionar esta incomparabilidad, dando ejemplos para su mejor entendimiento. Finalmente, en la sección 5, se aportan las conclusiones del trabajo.

## 2. Teoría de razonamiento plausible de Rescher [7]

El objetivo de la teoría de plausibilidad es proveer las herramientas necesarias para resolver o reducir mediante procesos de razonamiento la inconsistencia de la información conflictiva, de forma que un agente razonador pueda discriminar inferencias para poder obtener información relevante confiable, en otras palabras, da las bases razonables para discriminar entre las inferencias que pueden o no pueden ser aceptadas desde una base de datos inconsistente producida por los reportes de fuentes imperfectas.

La teoría de plausibilidad da un mecanismo exacto para razonar y tomar decisiones sobre un conjunto específico de afirmaciones que nosotros, como *agentes razonadores*, estamos inclinados a aceptar como verdaderas. El punto de partida para este desarrollo es la confiabilidad o solidez probativa de las *fuentes de información*, o también llamadas *agentes informantes* [4], los cuales suministran todos los datos disponibles al alcance del agente razonador. Los agentes informantes pueden ser testimonios de expertos, testigos, fuentes históricas, observaciones personales, recuerdos, recursos intelectuales, etc. Para un agente razonador, las fuentes están graduadas según su confiabilidad; es decir, cada informante tiene asociado un grado o índice de credibilidad el cual se extiende a todas las proposiciones que informa. El esquema de graduación que propone Rescher [7] es el siguiente. El agente razonador establece los índices de confiabilidad positiva de acuerdo al conjunto  $\{1, (n-1)/n, (n-2)/n, \dots, 1/n\}$  para un entero  $n$ , donde 1 representa máxima confiabilidad que puede estar dada por verdades lógicas o matemáticas y el resto de la secuencia representa grados decrecientes de confiabilidad.

La inconsistencia impone la tarea de decidir sobre varias alternativas factibles para solucionar el problema. Dado un conjunto de datos “S” individualmente plausibles pero colectivamente inconsistentes, se debe restablecer la consistencia, comenzando con un rango de alternativas dadas por todos los subconjuntos maximales consistentes de S. La definición de subconjunto maximal consistente es formalizada a continuación.

**Definición 2.1 ([7]):** Sea S algún conjunto de proposiciones,  $S = \{p_1, p_2, \dots\}$ , consistente o no. Un subconjunto maximal consistente (SMC) de S es cualquier subconjunto  $S_i$  de S que satisface las siguientes condiciones:

- $S_i$  es un subconjunto no vacío de S.
- $S_i$  es consistente.
- Ningún elemento de S que no sea un miembro de  $S_i$ , puede ser agregado a este sin generar inconsistencia.

Dado un conjunto de proposiciones individualmente plausibles pero no consistentes colectivamente, deseamos emplear consideraciones de plausibilidad como un medio para resolver o simplificar el problema de la elección de alternativas. Para el análisis de plausibilidad, Rescher desarrolla dos enfoques alternativos: *Inclinación a la Plausibilidad y Fobia a la Implausibilidad*. El proceso comienza con un inventario de los SMC de S:  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , y luego procede excluyendo algunos de los  $S_i$  por ser simplemente inaceptables. Pero hablando de manera abstracta, es posible divisar dos posibles estrategias de selección. Podemos rechazar un SMC  $S_i$  de S si: excluye elementos de alta plausibilidad o incluye elementos de baja plausibilidad. Estas dos políticas trabajan en direcciones opuestas. La primera se inclina por la plausibilidad: se opone a rechazar premisas altamente plausibles. La otra es fobia a la implausibilidad: se opone a la retención de premisas de baja plausibilidad.

### 3. Plausibilidad en el caso inconsistente

La inconsistencia es generada por los datos informados por varias fuentes de información, a partir de éste conjunto inconsistente se generan conjuntos maximales consistentes. Nuestro objetivo es inclinar la elección por el conjunto de datos más confiable, tomando en cuenta la confiabilidad de las fuentes que informan esos datos. Las siguientes definiciones definen la estrategia propuesta por C. Delrieux [2] para elegir un conjunto maximal consistente.

**Definición 3.1 ([1,2]):** La Plausibilidad de un conjunto de datos “S”, denotada  $P_s$ , es definida de la siguiente manera.  $P_s = \{I_i \prec_l, I_i\}$  es un elemento de información en S y no existe  $I_j$  tal que  $I_j \prec_p I_i$ , es decir que  $P_s$  es igual a la plausibilidad de los elementos menos plausibles del conjunto.

**Definición 3.2 ([1,2]):** Dados dos conjuntos de datos maximales consistentes  $S_j$  y  $S_k$ , decimos que el conjunto  $S_k$  es más plausible que el conjunto  $S_j$ , denotado  $S_j \prec_p S_k$ , si y solo si cada elemento de  $S_j$  es a lo sumo tan plausible como cada elemento de  $S_k$ , pero existe por lo menos un elemento del conjunto  $S_k$  estrictamente más plausible que todos los elementos del conjunto  $S_j$ .

**Ejemplo 3.1:** Supongamos que los agentes informantes están relacionados bajo plausibilidad de la siguiente manera,  $\{I_a \prec_p I_b, I_b \prec_p I_c\}$  o gráficamente:



Supongamos que nuestro conjunto de datos “S” está formado por los siguientes elementos:  $S = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5\}$ , informados por los informantes:  $I_a = \{p_1, p_2\}$ ,  $I_b = \{p_3, p_4\}$ ,  $I_c = \{p_5\}$

Como la plausibilidad de los elementos menos plausibles del conjunto “S”, está dada por los elementos  $\{p_1, p_2\}$  que fueron informados por el informante  $I_a$  entonces la plausibilidad  $P_s$ , de todo el conjunto “S”, esta dada por la plausibilidad de  $I_a$ . También supongamos que el conjunto “S” no es consistente, por lo que se restaurará la consistencia creando, en este caso, dos subconjuntos maximales consistentes. Estos subconjuntos de “S” son denotados por  $S_j$  y  $S_k$  y no son necesariamente disjuntos. Los mismos son:  $S_j = \{p_1, p_2, p_4\}$ , cuya plausibilidad está dada por  $I_a$  y  $S_k = \{p_3, p_5\}$ , cuya plausibilidad es está dada por  $I_b$ . Entonces  $S_j <_p S_k$  ya que los elementos  $p_1, p_2$  y  $p_4$ , pertenecientes al conjunto  $S_j$ , son a lo sumo tan plausibles como  $p_3$  y  $p_5$ , pertenecientes a  $S_k$ , y además  $p_5$  es estrictamente más plausible que  $p_1, p_2$  y  $p_4$ .

■

Este esquema de comparación presenta un problema que será analizado a continuación. La definición 3.2 es muy restringida, por lo que es válida solo a un conjunto muy reducido de casos. No es posible aplicarla en casos en que no exista un elemento del conjunto  $S_k$  estrictamente más plausible que todos los elementos del conjunto  $S_j$ , ya sea porque los subconjuntos de S tienen elementos de informantes que sean incomparables, o porque simplemente no se encuentre ningún elemento con tales características. Lo que proponemos para resolver esta situación es generalizar la definición anterior para poder elegir una alternativa teniendo en cuenta la relación entre todos los agentes informantes que sean comparables. Para llevarlo a cabo se han propuesto dos enfoques alternativos. El primero se opone a la retención de premisas de baja plausibilidad, conocido como “fobia a la implausibilidad” y el segundo es un enfoque alternativo que se opone a rechazar premisas de alta plausibilidad, conocido como “inclinación a la plausibilidad” Las siguientes definiciones o estrategias correspondientes a los enfoques precedentes fueron realizados bajo la suposición de que las premisas son informadas uniformemente entre los informantes. Es decir, no se tiene en cuenta la cantidad de datos informados por cada informante. Por lo tanto, las comparaciones entre los conjuntos maximales consistentes se realizan al nivel de los informantes y no de las premisas.

### 3.1 Comparación basada en informantes

Es necesario introducir algunas definiciones preliminares.

**Definición 3.3:** Se llama  $C_i$  al conjunto de agentes informantes que reportan información a cada conjunto  $S_i$  de elementos de “S”, tal que  $I_j$  está en  $C_i$  si  $I_j$  informa datos que pertenecen al conjunto  $S_i$  y no existe otro informante que aporte datos al conjunto  $S_i$ ,  $I_k$  tal que  $I_k <_p I_j$ . Es decir que  $C_i$  contiene los agentes informantes menos plausibles que informan datos al conjunto maximal consistente  $S_i$ .

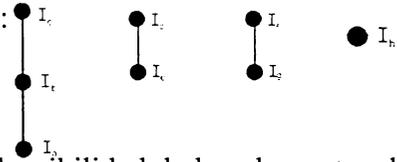
**Definición 3.4:** Llamamos  $D_i$  al conjunto de agentes informantes que reportan información a cada conjunto  $S_i$  de elementos de “S”, tal que  $I_j$  está en  $D_i$  si  $I_j$  informa datos que pertenecen al conjunto  $S_i$  y no existe otro informante que aporte datos al conjunto  $S_i$ ,  $I_k$ , tal que  $I_j <_p I_k$ . Es decir que  $D_i$  contiene los agentes informantes más plausibles y, a su vez más confiables de cada conjunto maximal consistente  $S_i$ .

A partir de las definiciones precedentes estamos en condiciones de definir las estrategias correspondientes a las políticas mencionadas anteriormente.

La política “fobia a la implausibilidad” se opone a la retención de premisas de baja plausibilidad. Tal regla fue modificada de la siguiente manera: nos oponemos a la retención de informantes de baja plausibilidad; y la siguiente definición se basó en ésta actualización.

**Definición 3.5:** Dados dos conjuntos  $S_J$  y  $S_k$ , decimos que el conjunto  $S_k$  es más plausible que el conjunto  $S_J$ , denotado  $S_J <_p S_k$ , si y solo si la cantidad de agentes informantes en  $C_J$  que son estrictamente menos plausibles que sus correspondientes agentes informantes comparables del conjunto  $C_k$  es mayor que la cantidad de agentes informantes en  $C_k$  que son estrictamente menos plausibles que sus correspondientes agentes informantes comparables en el conjunto  $C_J$ .

**Ejemplo 3.2:** Los agentes informantes están relacionados bajo plausibilidad de la siguiente manera,  $\{ I_a <_p I_b, I_b <_p I_c, I_e <_p I_d, I_g <_p I_f, I_h \}$ , gráficamente:



Supongamos que  $C_J = \{I_a, I_d, I_g, I_h\}$  fue obtenido según la plausibilidad de los elementos de  $S_J$ , estos elementos son los datos o proposiciones incluidas en el subconjunto maximal consistente  $S_J$ . También construimos  $C_k = \{I_b, I_e, I_f, I_h\}$ , según la plausibilidad de los elementos de  $S_k$ .

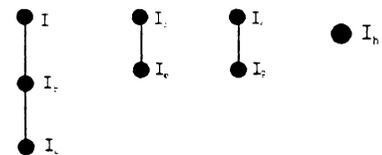
Se puede verificar que la cantidad de agentes informantes en  $C_J$  que son estrictamente menos plausibles que sus correspondientes agentes comparables en  $C_k$  es dos  $\{I_a, I_g\}$ , por  $I_a <_p I_b$  y  $I_g <_p I_f$ , contra uno  $\{I_e\}$ , por  $I_e <_p I_d$ , que es la cantidad de agentes comparables en  $C_k$  que son estrictamente menos plausibles que sus correspondientes agentes comparables en  $C_J$ . Como esta política se opone a la retención de informantes de baja plausibilidad y en este ejemplo  $C_J$  retiene más informantes de baja plausibilidad, entonces se descarta  $S_J$ . Por lo tanto se concluye que  $S_J <_p S_k$ .

■

A continuación definiremos formalmente la política alternativa, teniendo en cuenta que la regla utilizada en este punto es: “nos oponemos a rechazar informantes de alta plausibilidad”

**Definición 3.6:** Dados dos conjuntos  $S_J$  y  $S_k$ , decimos que el conjunto  $S_k$  es más plausible que el conjunto  $S_J$ , denotado  $S_J <_p S_k$ , si y solo si la cantidad de agentes informantes en  $D_k$  que son estrictamente más plausibles que sus correspondientes agentes informantes comparables del conjunto  $D_J$  es mayor que la cantidad de agentes informantes en  $D_J$  que son estrictamente más plausibles que sus correspondientes agentes informantes comparables en el conjunto  $D_k$ .

**Ejemplo 3.3:** Los agentes informantes están relacionados bajo plausibilidad de la siguiente manera,  $\{ I_a <_p I_b, I_b <_p I_c, I_e <_p I_d, I_g <_p I_f, I_h \}$ , gráficamente:



Supongamos que  $D_J = \{I_c, I_e, I_g, I_h\}$ , fue obtenido según la plausibilidad de los elementos de  $S_J$ , estos elementos son los datos incluidos en el subconjunto maximal consistente  $S_J$ . También construimos  $D_k = \{I_b, I_d, I_f, I_h\}$ , según la plausibilidad de los elementos de  $S_k$ .

Entonces  $S_J <_p S_k$ , ya que al realizarse las siguientes comparaciones entre los agentes comparables de  $D_J$  y  $D_k$ :  $I_b <_p I_c, I_e <_p I_d, I_g <_p I_f$  se obtiene que la cantidad de agentes en  $D_k$  que son estrictamente más plausibles que sus correspondientes agentes comparables del conjunto  $D_J$  es mayor que la cantidad de agentes informantes en  $D_J$  que son estrictamente más plausibles que sus correspondientes agentes informantes comparables en el conjunto  $D_k$ . Con ello queda en claro que en  $S_J$  se han excluido elementos de más informantes de alta plausibilidad  $\{I_d, I_f\}$  que en  $S_k$   $\{I_c\}$ .

■

Los esquemas correspondientes a las definiciones 3.5 y 3.6 no especifican qué pasos seguir en caso que:

1. La cantidad de agentes informantes en  $C_j$  que son estrictamente menos plausibles que sus correspondientes agentes informantes comparables del conjunto  $C_k$  es igual a la cantidad de agentes informantes en  $C_k$  que son estrictamente menos plausibles que sus correspondientes agentes informantes comparables en el conjunto  $C_j$ .
2. La cantidad de agentes informantes en  $D_k$  que son estrictamente más plausibles que sus correspondientes agentes informantes comparables del conjunto  $D_j$  es igual a la cantidad de agentes informantes en  $D_j$  que son estrictamente más plausibles que sus correspondientes agentes informantes comparables en el conjunto  $D_k$ .

### 3.2 Comparación basada en premisas

Para tratar estos casos es necesario refinar aún más las definiciones anteriores de modo tal que permita decidir qué conjunto maximal consistente es más conveniente para nuestro fin.

La alternativa propuesta, utilizando la política que se opone a la retención de premisas de baja plausibilidad, es contar todas las premisas informadas por los informantes que se encuentran en cada subconjunto,  $C_j$  y  $C_k$ , e inclinar la elección por el subconjunto con menor cantidad de premisas, ya que éstas son las menos confiables, descartando la extensión que informa más premisas con menor plausibilidad. La otra alternativa realiza el procedimiento opuesto, contar todos los datos informados por los informantes que se encuentran en cada subconjunto,  $D_j$  y  $D_k$ , e inclina la elección por el subconjunto con mayor cantidad de premisas, ya que éstas son las más confiables, descartando la extensión que informa menos premisas con mayor plausibilidad. Para definir los esquemas detallados se deberán introducir las siguientes definiciones.

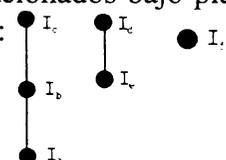
**Definición 3.7:** Denotamos con  $P^c_i(S_i)$  o  $P^d_i(S_i)$  al conjunto de proposiciones informadas por todos los informantes que pertenezcan al conjunto  $C_i$  de los agentes informantes menos plausibles, o al conjunto  $D_i$  de los agentes informantes más plausibles, según corresponda en cada caso, que se encuentren en  $S_i$ .

**Definición 3.8:** Llamamos cardinalidad de un conjunto  $P^c_i(S_i)$  o  $P^d_i(S_i)$ , denotada por  $|P^c_i(S_i)|$  o por  $|P^d_i(S_i)|$ , según corresponda en cada caso, a la cantidad total de proposiciones que pertenecen a  $P^c_i(S_i)$  o a  $P^d_i(S_i)$  respectivamente.

A partir de las definiciones anteriores podemos construir la estrategia de selección de conjuntos maximales consistentes definida a continuación, que podrá ser usada caso que no pueda determinarse la relación de plausibilidad entre los conjuntos siguiendo las definiciones 3.2, 3.5 o 3.6

**Definición 3.9:** Dados dos conjuntos maximales consistentes  $S_j$  y  $S_k$ , decimos que el conjunto  $S_k$  es más plausible que el conjunto  $S_j$ , denotado  $S_j <_p S_k$ , si y solo si  $|P^c_j(S_j)| > |P^c_k(S_k)|$ .

**Ejemplo 3.4:** Supongamos que los agentes informantes están relacionados bajo plausibilidad de la siguiente manera,  $\{ I_a <_p I_b, I_b <_p I_c, I_e <_p I_d, I_f \}$ , gráficamente:



Siendo los subconjuntos maximales consistentes  $S_j = \{p_1, p_2, p_4, p_5, p_6, p_7, p_9, p_{10}, p_{13}, p_{15}, p_{16}, \dots\}$  y  $S_k = \{p_3, p_4, p_8, p_9, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, \dots\}$

Las proposiciones son informadas por las siguientes fuentes:  $I_a = \{p_1, p_2\}$ ,  $I_b = \{p_3\}$ ,  $I_c = \{p_4, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{16}, \dots\}$ ,  $I_d = \{p_5, p_6, p_7\}$ ,  $I_e = \{p_8\}$ ,  $I_f = \{p_9\}$ . También se construyen los siguientes conjuntos,  $C_j = \{I_a, I_d, I_f\}$  y  $C_k = \{I_b, I_e, I_f\}$

Suponemos que las demás proposiciones que pueden pertenecer a  $S_j$  o  $S_k$  son informadas por  $I_c$ , ya que  $I_c$  no está en  $C_j$  y tampoco en  $C_k$  por lo que no tiene relevancia en este ejemplo.

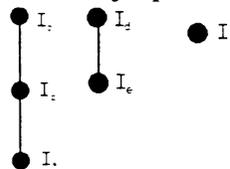
De acuerdo a  $C_j$  y a  $C_k$  se construyen los siguientes conjuntos:  $P^c_j(S_j) = \{p_1, p_2, p_5, p_6, p_7, p_9\}$  y  $P^c_k(S_k) = \{p_3, p_8, p_9\}$

Aplicando la estrategia llegamos a que  $|P^c_j(S_j)| = 6$  ya que  $P^c_j(S_j) = \{p_1, p_2, p_5, p_6, p_7, p_9\}$ , y  $|P^c_k(S_k)| = 3$  ya que  $P^c_k(S_k) = \{p_3, p_8, p_9\}$  y por lo tanto elegimos la extensión  $S_k$ . ■

El enfoque correspondiente a la política de ‘Inclinación a la Plausibilidad’ cuenta todas las premisas informadas por los informantes que se encuentran en cada subconjunto,  $D_j$  y  $D_k$ , e inclina la elección por el subconjunto con mayor cantidad de premisas, ya que éstas son las más confiables. Está política se opone a la exclusión de premisas de alta plausibilidad, descartando la extensión que informa menos premisas con mayor plausibilidad. La misma sirve como alternativa en caso que no pueda determinarse la relación de plausibilidad siguiendo las definiciones anteriores 3.1, 3.5 o 3.6. A continuación presentamos la definición formal.

**Definición 3.10:** Dados dos conjuntos  $S_j$  y  $S_k$ , decimos que el conjunto  $S_k$  es más plausible que el conjunto  $S_j$ , denotado  $S_j <_p S_k$ , si y solo si  $|P^d_j(S_j)| < |P^d_k(S_k)|$ .

**Ejemplo 3.5:** Los agentes informantes están relacionados bajo plausibilidad de la siguiente manera,  $\{I_a <_p I_b, I_b <_p I_c, I_e <_p I_d, I_f\}$ , gráficamente:



Siendo los subconjuntos maximales consistentes:  $S_j = \{p_1, p_2, p_3, p_5, p_6, p_7, p_9, p_{10}, p_{13}, p_{15}, p_{16}, \dots\}$  y  $S_k = \{p_1, p_4, p_8, p_9, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, \dots\}$

Las proposiciones son informadas por las siguientes fuentes:

$I_a = \{p_1, p_2, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{16}, \dots\}$	$I_b = \{p_3\}$	$I_c = \{p_4\}$
$I_d = \{p_5, p_6, p_7\}$	$I_e = \{p_8\}$	$I_f = \{p_9\}$

$D_j = \{I_b, I_d, I_f\}$  y  $D_k = \{I_c, I_e, I_f\}$

Suponemos que las demás proposiciones que pueden pertenecer a  $S_j$  o  $S_k$  son informadas por  $I_a$ , ya que  $I_a$  no está en  $D_j$  ni en  $D_k$ , no teniendo relevancia para el fin de este ejemplo.

De acuerdo a  $D_j$  y a  $D_k$  se construyen los siguientes conjuntos:  $P^d_j(S_j) = \{p_3, p_5, p_6, p_7, p_9\}$  y  $P^d_k(S_k) = \{p_4, p_8, p_9\}$

Aplicando la estrategia llegamos a que  $|P^d_j(S_j)| = 5$  y  $|P^d_k(S_k)| = 3$  y en base a esto descartamos la extensión  $S_k$  por tener menor cantidad de premisas con más alta plausibilidad. ■

Se puede dar el caso que la cantidad de proposiciones que son informadas por todos los informantes que pertenezcan al conjunto  $C_j$  que se encuentren en  $S_j$  sea la misma que la cantidad de proposiciones que son informadas por todos los informantes que pertenecen al conjunto  $C_k$  que se encuentren en  $S_k$ , es decir,  $|P^c_j(S_j)| = |P^c_k(S_k)|$ ; o también puede darse el caso que  $|P^d_j(S_j)| = |P^d_k(S_k)|$ . En cualquiera de los casos precedentes, la estrategia correspondiente no especifica que acción tomar. Este problema será tratado luego, pero en un caso real, donde se tenga una gran base de conocimiento, la probabilidad de que esto ocurra es

prácticamente cero. Solo puede darse en un caso remoto. Si esto ocurre, existe una posible solución que explicaremos brevemente. La idea es asignar un valor numérico a cada informante, de esta manera se obtiene un orden parcial, y a partir de ello realizar un cálculo que promedie la plausibilidad en cada conjunto, en este caso para  $S_j$  y  $S_k$ , y elegir de esta manera el conjunto más plausible. Esta estrategia no es cualitativa como las anteriores, sino cuantitativa y podrá ser usada como último recurso de comparación.

A continuación, realizaremos una comparación de las políticas empleadas. Fobia a la Implausibilidad. vs. Inclinación por la plausibilidad.

### 3.3 Comparación de políticas

Esta comparación entre las estrategias tiene por objeto visualizar las diferencias existentes entre ellas y aclarar que no son equivalentes.

**Ejemplo 3.6:** Se parte de los datos y relaciones definidas en el ejemplo 3.4 y se le aplica la estrategia opuesta: *Inclinación por la plausibilidad*.

Según la definición de  $D_i$  tenemos que  $D_j = \{I_c, I_d, I_f\}$  y  $D_k = \{I_c, I_e, I_f\}$

De acuerdo a  $D_j$  y a  $D_k$  y según las premisas informadas por cada uno de los informantes se construyen los siguientes conjuntos:  $P^d_j(S_j) = \{p_4, p_5, p_6, p_7, p_9\}$  y  $P^d_k(S_k) = \{p_4, p_8, p_9\}$

De acuerdo a estos resultados se rechaza la extensión  $S_k$ , ya que  $|P^d_j(S_j)| = 5$  por  $P^d_j(S_j) = \{p_4, p_5, p_6, p_7, p_9\}$ , y  $|P^d_k(S_k)| = 3$  por  $P^d_k(S_k) = \{p_4, p_8, p_9\}$ , y esta política se opone a rechazar premisas altamente plausibles. Por lo tanto se opone a rechazar  $S_j$ . ■

A partir de este ejemplo se puede concluir que las dos políticas no son equivalentes ya que al comparar los resultados obtenidos en el ejemplo precedente con los obtenidos en el ejemplo 3.4 se puede ver que los conjuntos rechazados son distintos. En el ejemplo 3.4 se eligió el conjunto maximal consistente  $S_k$  mientras que al aplicar la política opuesta a los mismos datos y relaciones, ejemplo 3.6, el conjunto  $S_k$  es el rechazado.

La estrategia 3.2 es la más simple y menos compleja de aplicar a un esquema de comparación, pero generalmente, solo puede usarse entre fuentes que son comparables. Si siempre pudieran obtenerse esquemas con fuentes comparables se simplificaría sobremanera la elección del conjunto maximal consistente más confiable. Ganando en tiempo de resolución y en disminución de la complejidad. Para ello analizaremos a continuación una estrategia que en algunos casos podrá relacionar fuentes incomparables.

## 4. Fuentes incomparables

Las fuentes incomparables son aquellas que no están relacionadas bajo plausibilidad. Por ejemplo, en el caso en que dos personas que no son conocidas informen datos inconsistentes, no podemos establecer ninguna relación de credibilidad entre ellas. En esta sección se trata de relacionar algunas fuentes que son incomparables, por medio de una relación auxiliar. El enfoque desarrollado en ésta sección puede ser aplicado a una infinidad de casos de la vida real.

**Definición:** Sean  $I_i$  e  $I_j$  informantes de proposiciones en el conjunto de proposiciones  $S$ , que pueden estar o no relacionados bajo plausibilidad, decimos que  $I_i$  opina sobre  $I_j$ , denotado  $I_i$

$\Rightarrow_0 I_j$ , si  $I_i$  puede hacer algún comentario sobre  $I_j$ . De forma que nos permita obtener un punto de comparación entre  $I_i \in I_j$ .

Teniendo en cuenta la relación auxiliar “opina” se trata de realizar una comparación bajo plausibilidad entre fuentes que eran originalmente incomparables bajo plausibilidad. Generalizando estas comparaciones entre todas las fuentes originalmente incomparables bajo plausibilidad se puede llegar a establecer un orden total bajo la relación de plausibilidad, lo cual es de gran utilidad para operar y tomar decisiones en cuanto a los datos aportados por los informantes. A continuación, se introducirá una definición auxiliar para poder definir formalmente el esquema en cuestión.

**Definición 4.1:** Llamamos  $D$  al conjunto de agentes informantes que informan al conjunto de proposiciones o datos  $S$ , tal que  $I_i$  esta en  $D$  si  $I_i \langle l, I_i \rangle$  es un elemento de información en  $S$  y no existe  $I_j$  tal que  $I_i \langle_p I_j$ , es decir que  $D$  contiene los agentes informantes más plausibles y, a su vez más confiables de  $S$ .

**Definición 4.2:** Sea  $A$  un agente razonador ideal y  $I_i, I_j$  e  $I_k$  agentes informantes tal que  $I_j$  e  $I_k$  son incomparables bajo plausibilidad, entonces  $A$  puede determinar un orden total bajo plausibilidad entre estos agentes,  $I_j$  e  $I_k$ , si existe algún agente informante  $I_i$  perteneciente a  $D$  que esté relacionado con  $I_j$  y/o  $I_k$  bajo la relación “opina”

La siguiente regla resume la definicion anterior.

**$I_i \Rightarrow_0 I_j$  y/o  $I_i \Rightarrow_0 I_k$  entonces  $I_j \langle_p I_k$  o  $I_k \langle_p I_j$ , siendo  $I_i \in D$ .**

El informante  $I_i$  debe pertenecer a  $D$  ya que de esta forma nos aseguramos que sea un agente confiable, es decir que sea un agente de mayor plausibilidad y su opinión sobre algún otro agente puede ser también confiable, en caso contrario no tendríamos ninguna garantía de que la opinión sea confiable.

**Ejemplo 3.1:** Tomemos la situación de la vida real en que Pedro (el agente razonador) vive en un pueblo chico donde solo hay dos talleres mecánicos ( $I_j$  e  $I_k$ ). Por alguna causa, se descompone su automóvil y necesita el auxilio mecánico. Pedro no puede decidir a que taller llevar el auto porque no conoce a ninguno de los dos talleres. No sabe que taller realiza un mejor trabajo o, en otras palabras, es más confiable. Entonces se le ocurre consultar a un amigo de confianza (él es  $I_i$ ) que le da alguna de las siguientes opiniones:

1. En el taller  $T_1$  no realizan un buen trabajo y el taller  $T_2$  no lo conozco.
2. En el taller  $T_2$  realizan un excelente trabajo y el taller  $T_1$  no lo conozco.
3. Yo conozco ambos talleres y te recomiendo  $T_2$ .

Ante cualquier opinión de las anteriores, que elija el lector decidirá igual que Pedro, llevar el automóvil al taller  $T_2$ , en cada caso justificado de la siguiente manera.

1.  $I_i \Rightarrow_0 I_j$  entonces  $I_j \langle_p I_k$ , es decir que se disminuye la plausibilidad de  $I_j$  (taller  $T_1$ ) y como consecuencia se elige el taller  $T_2$ .
2.  $I_i \Rightarrow_0 I_k$  entonces  $I_j \langle_p I_k$ , es decir que se aumenta la plausibilidad de  $I_k$  (taller  $T_2$ ) y como consecuencia  $T_2$  se elige.
3.  $I_i \Rightarrow_0 I_j$  y  $I_i \Rightarrow_0 I_k$  entonces  $I_j \langle_p I_k$ , es decir que se disminuye la plausibilidad de  $I_j$  (taller  $T_1$ ) o se aumenta la plausibilidad de  $I_k$  (taller  $T_2$ ) y como consecuencia se elige el taller  $T_2$ .



Relacionando esta situación con la teoría de plausibilidad llegamos a que el taller  $T_2$  es más plausible que el  $T_1$ , y se ha decidido sobre la base de una relación secundaria “opina”, es importante destacar que en un principio  $T_1$  y  $T_2$  eran incomparables.

## 5. Conclusiones

Hemos presentado algunos esquemas de selección basados en plausibilidad. Tomamos como punto de partida la teoría de razonamiento propuesta por Rescher para el análisis de plausibilidad en el que desarrolla dos enfoques alternativos: Inclinación a la Plausibilidad y Fobia a la Implausibilidad. Estos criterios para resolver o simplificar el problema de la elección de alternativas son definidos de una forma muy simple, ya que se requiere solamente de clasificación y comparación, pero a su vez muy poco flexibles. Hemos desarrollado métodos alternativos tratando de mantener la simplicidad y aumentando la flexibilidad. El aumento de la flexibilidad en las estrategias fue necesario para satisfacer la resolución de los casos en que no podrían aplicarse los métodos básicos. Los mismos son definidos, analizados, ejemplificados y comparados para que se comprenda detalladamente sus posibles usos como herramienta de decisión.

Como la idea de un orden lineal entre los informantes es discutible, ya que no siempre es posible comparar la plausibilidad de los distintos agentes informantes y decidir en quien confiamos más, se trató también el tema de fuentes incomparables donde se desarrolló un enfoque para solucionar el problema, apelando a una relación auxiliar, la cual nos permite comparar todas las fuentes originalmente incomparables bajo plausibilidad y hasta posibilita establecer un orden total bajo la relación de plausibilidad.

Es importante destacar que éste es un trabajo de investigación en progreso sobre un tema que aún está en sus inicios. Nuestro próximo paso es implementar, en el lenguaje Prolog, los esquemas aquí presentados y detallados, para que nos permita modelar este tipo de situaciones. También, serán exploradas otras propiedades de interés.

## Referencias

- [1] Claudio Delrieux and Guillermo Simari. Formalizing Plausible Reasoning. In *Proceedings of the XV International Conference of the Chilean Computer Society*, pages 147-158, Arica, Chile, 1995.
- [2] Claudio Delrieux. Incorporando Razonamiento Plausible en los Sistemas de Razonamiento Revisable. Master's thesis, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 1995.
- [3] Gerardo Parra and Guillermo Simari. Una Operación de Consolidación Basada en Plausibilidad. In *Proceedings of V Workshop de Aspectos Teóricos de Inteligencia Artificial (ATIA '98). Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC '98)*, Dep. de Informática y Estadística. Facultad de Economía y Administración. Universidad Nacional del Comahue, 1998
- [4] Gerardo Parra y Guillermo Simari. Un Análisis de la Noción de Plausibilidad. IIV Congreso Internacional y Exposición de Informática e Internet. (InfoNet'98). Mendoza.
- [5] Gerardo Parra. Semi Revisión Plausible en Bases de Creencias. Master's thesis, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 1998.
- [6] Nicholas Rescher, *Hypothetical Reasoning*. North Holland, Amsterdam, 1974.
- [7] Nicholas Rescher, *Plausible Reasoning*. Van Gorcum, Assen, The Netherlands, 1976.