



INAOE

Interpretación Lógica de la Implicatura Omisisiva

Por:

José Alfonso del Carmen Garcés Báez

Tesis sometida como requisito parcial
para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS EN EL ÁREA
DE CIENCIAS COMPUTACIONALES**

en el
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Enero, 2022
Sta. Ma. Tonantzintla, Puebla, México

Supervisada por:

Dr. Aurelio López López

©INAOE 2022
Derechos Reservados
El autor otorga al INAOE el permiso de reproducir y
distribuir copias de esta tesis en su totalidad o en
partes mencionando la fuente.



Resumen.

Una implicatura, a diferencia de una implicación que es definida y utilizada en las tablas de certeza en lógica no formal, permite hacer inferencias lingüísticas de lo que se dice.

La implicatura omisiva permite hacer inferencias lingüísticas de lo que no se dice. La omisión desde el punto de vista lingüístico, está directamente relacionada con el silencio intencional de algo, que por alguna razón, no fue dicho. Es decir, la omisión es la palabra que sin estar dice.

En este trabajo se propone una semántica para analizar la omisión en contexto de testimonios y la gestión de la misma en contexto de diálogos. Para el primer caso utilizamos una representación del conocimiento basado en lógica y razonamiento con el paradigma Answer Set Programming con lo cual generamos modelos para el análisis de las implicaciones de la omisión en un conjunto de acertijos lógicos-lingüísticos; en el segundo caso se propone un procedimiento para tomar decisiones con base en la consulta y mantenimiento de una base de conocimiento del silencio sin que sea interrumpido el proceso comunicativo.

Abstract.

An implicature, unlike an implication that is defined and used in truth tables in non-formal logic, allows linguistic inferences to be made of what is said. The omisive implicature allows linguistic inferences to be made of what is not said.

The omission from the linguistic point of view is directly related to the intentional silence of something, which for some reason, was not said. That is to say, the omission is the word that with out being said.

In this work a semantics is proposed to analyze the omission in the context of testimonies and its management in the context of dialogues. For the first case, we use a representation of knowledge based on logic and reasoning with the Answer Set Programming paradigm, with which we generate models for the analysis of the implications of the omission in a set of logical-linguistic puzzles; In the second case, a procedure is proposed to make decisions based on the consultation and maintenance of a knowledge base of silence without interrupting the communication process.

AGRADECIMIENTOS.

A mi esposa Pilar Sabina, a mi hijo Esdras Alfonso, a mi hija Carmen Sabina con Ikal Sabino y Jorge, por ser mi soporte, por concederme confianza y fortaleza.

Al Dr. Aurelio López López, por el impulso y orientación constante desde el amanecer hasta el anochecer de este proyecto.

Al Dr. Mauricio Osorio Galindo, por fomentar siempre el estudio, desarrollo y aplicaciones de la Lógica.

Al Comité Doctoral por sus aportaciones al presente trabajo: Ariel Carrasco Ochoa, Manuel Montes y Gómez, Saúl Pomares Hernández y Luis Villaseñor Pineda.

Al personal de la Administración General de Cómputo del INAOE y a Lucia Angélica de la Vega D., por su disposición e invaluable ayuda.

Al personal de la Coordinación de Ciencias Computacionales, de la Biblioteca, de la Dirección de Formación Académica y trabajadores del INAOE por su atención siempre amable.

A mis compañeros(as) de los posgrados e investigadores del INAOE por su amistad y apoyo.

A la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por promover la superación académica.

- ¿Qué es? me dijo.
- ¿Qué es qué? le pregunté.
- Eso, el ruido ese.
- Es el silencio ...

(Luvina. Juan Rulfo)

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Motivación y justificación	1
Motivación	1
Justificación	2
1.2. Declaración del problema	3
1.3. Hipótesis	4
1.4. Objetivos	4
1.5. Contribuciones	4
1.6. Descripción del documento	4
2. Fundamentos	7
2.1. Lógica	7
Inteligencia Artificial	7
Razonamiento por defecto (default)	8
Lógica intuicionista	9
Interpretación y Modelo	9
Universo y Teorema de Herbrand	9
Programación lógica	10
Programación de conjuntos respuesta	11
2.2. Lenguaje	11
Inferencia lingüística	11
Principio cooperativo y máximas de Grice	11
Implicatura conversacional	12
Enfoques relacionados con el silencio en contextos testimoniales y dialógicos	12
3. Trabajos relacionados	17
3.1. Lenguaje	17
3.1.1. Enfoque semiótico	17
Implicatura	19
Implicatura omisiva	20
3.2. Lógica	22
3.2.1. ASP	22
Modelo estable	22
Equivalencia	22
Intuicionismo y ASP	22
3.2.2. Juegos de diálogo	23
3.2.3. Sistemas	23
3.3. Resumen de aportaciones relacionadas	23

4. Definiciones y metodología	27
4.1. Clasificación	27
4.2. Conceptos fundamentales	28
Predicado Says	28
Implicatura omisiva	29
Semántica	29
4.3. Metodologías	31
4.3.1. Testimonios	31
4.3.2. Diálogo	32
5. Entornos experimentales	35
5.1. Testimonio	35
5.1.1. De Compras (Wylie, 1957).	35
5.1.2. Envenenamiento (Wylie, 1957).	38
5.1.3. Criminal (Wylie, 1957).	41
5.1.4. La prueba de los 5 discos (Tahan, 2016).	45
5.1.5. Caballeros y bribones (Smullyan, 2012).	47
5.1.6. Misterio (Gelfond y Kahl, 2014).	50
5.1.7. El Fraude	54
5.2. Diálogo	57
5.2.1. Manejo del silencio en el diálogo psicoterapéutico	58
5.2.2. Pandemia, depresión y silencio	60
6. Resultados	65
6.1. Definición formal de la implicatura omisiva	65
6.2. Testimonios	66
6.2.1. Resumen de los casos de estudio	66
6.2.2. Procedimiento	67
6.3. Diálogo	68
6.3.1. Procedimiento	69
7. Conclusión y trabajo a futuro	71
7.1. Conclusión	71
7.2. Trabajo a futuro	72
7.3. Publicaciones	72
Bibliografía	75

Índice de figuras

1.1. Área de interés.	3
2.1. Tipos de reglas (Garcés Báez, 2003).	10
2.2. Taxonomía de Kurzon (Kurzon, 1995).	13
2.3. Experiencias de silencios (Levitt, 2001).	15
3.1. Matriz de posibilidades.	18
3.2. Resumen de fuentes y contribuciones.	25
4.1. Una clasificación de los escenarios donde puede ocurrir el silencio.	28
4.2. Metodología aplicada en Acertijos Testimoniales.	32
4.3. Metodología aplicada en Interacciones Dialógicas.	33
5.1. Precondiciones y símbolos para enunciados.	36
5.2. Solución del puzzle <i>De Compras</i>	36
5.3. Omisión del enunciado de la Sra. Abbott.	37
5.4. Omisión del enunciado de la Sra. Briggs.	37
5.5. Omisión del enunciado de la Sra. Culver.	38
5.6. Omisión del enunciado de la Sra. Denny.	38
5.7. Combinación de pares para el SDT de Rogers.	40
5.8. SDP para los enunciados 2 y 3 de Watts.	40
5.9. SDP para el enunciado 3 de Watts.	41
5.10. Matriz Say y soluciones del acertijo <i>El Criminal</i>	43
5.11. Posible asignación de discos a príncipes.	46
5.12. Símbolos y solución del acertijo <i>Caballeros y bribones</i>	47
5.13. Posibilidades con el Silencio Defensivo del Agente A.	49
5.14. Posibilidades con el Silencio Defensivo del Agente B.	49
5.15. Grafo Says para el acertijo <i>Misterio</i>	51
5.16. Grafo Says para el Silencio Defensivo de Andy.	51
5.17. Grafo Says para el Silencio Defensivo de Ben.	52
5.18. Matriz Says y solución al acertijo <i>Fraude</i>	55
5.19. Detección de silencio.	59
5.20. Gestión del silencio.	60
5.21. Prototipo PVC.	61
5.22. Registro de la interacción del PVC.	61
6.1. Características de los casos de estudio.	67
6.2. Estrategia para el análisis de testimonios.	68

Mi amor por la palabra
comenzó cuando oí hablar a mi abuelo
y cantar a mi madre,
pero también cuando los oí callar
y quise descifrar o, más exactamente,
deletrear su silencio.

(Nuestra Lengua. Octavio Paz)

DEDICATORIA.

A la memoria de mi madre Doña Leonila Báez Cueto.

A la memoria de mi padre Don Guillermo Garcés Ortiz.

A mis hermanos(as) Rosario, Ambrosia, José Angel, Guillermo, Luis y Froylán.

A las familias Garcés, Báez, Bonilla Fernández y López López.

A los estudiantes y a mis colegas de la BUAP.

A la memoria de Chucho Bonilla, de Miguel Rodríguez, de José Arrazola y de Rodolfo Reyes.

A mis amigas y amigos.

Capítulo 1

Introducción

En este capítulo exponemos los motivos que dieron origen a la investigación, la hipótesis, los objetivos que nos propusimos alcanzar, así como un breve resumen de las contribuciones que se lograron durante el proceso.

1.1. Motivación y justificación

Motivación

La omisión o el silencio intencional como parte del proceso comunicativo no ha sido suficientemente investigado. Dos motivos por los cuales no se ha hecho, desde el punto de vista de Dyne et. al. (Dyne, Ang y Botero, 2003), son:

Primero, muchas veces el silencio es visto como ausencia del habla (esencialmente una no-conducta). Cuando no se habla, la ausencia de comportamiento no es particularmente obvia y no llama la atención. En segundo lugar, y relacionado con este primer punto, la ausencia de conducta es más difícil de estudiar que una conducta más abierta y obvia.

Las conceptualizaciones tradicionales del silencio enfatizan el comportamiento relativamente pasivo. Sin embargo, no todas las formas de silencio representan un comportamiento pasivo, y el silencio no es simplemente lo opuesto a la voz (Scott, 1993). La literatura sobre comunicación enfatiza los aspectos positivos del silencio, viéndolo como un componente crítico de la interacción social (Khatchadourian, 2015). Por ejemplo, para Scott, el silencio y el habla son dos componentes dialécticos de la comunicación efectiva (Scott, 1993).

Sin el silencio y la voz, la comunicación eficaz es imposible porque nadie estaría escuchando. Las condiciones para acceder, producir, recibir y participar en el discurso no se dan al azar, sino que interactúan con el estatus social, dando lugar a espacios de ratificación de significados donde formas específicas reciben convencionalmente funciones específicas (Schröter y Taylor, 2017). El silencio y la ausencia están en el corazón del proceso de construcción de significados como un acto de supresión y es necesario mirar tal proceso (Achino-Loeb, 2006). En las interacciones, debemos pensar en las omisiones incrustadas en el contexto de los participantes, de lo contrario no tienen sentido. Es decir, el contexto y la ubicación de los espacios de silencio deben entenderse como recursos de interpretación para los propios interactuantes, y deben ser analizados como tal (Schröter y Taylor, 2017).

Para Grice (Grice, 1975), a través del Principio Cooperativo (PC), los participantes hacen su contribución conversacional tal como es requerida, en el escenario en el cual esto ocurre, para el propósito aceptado o dirección del intercambio del habla en el cual fueron comprometidos, en otras palabras, el PC garantiza el proceso comunicativo a través de 4 máximas o categorías (cantidad, calidad, relación y modo), de acuerdo a estas máximas el silencio rompe el PC al violar la cuarta categoría (modo).

En este punto, para nuestra investigación, la diferencia entre omisión y silencio involuntario se tiene que hacer ya que el silencio, cuando es intencional, produce una inferencia lingüística que permite continuar la conversación en el marco del PC.

De acuerdo con las razones anteriores, consideramos importante el estudio del silencio intencional para llegar a implicaturas. El problema es relevante porque el estudio de la interpretación de la omisión, puede influir en disciplinas relacionadas con la inteligencia artificial: interfaces humano-computadora, procesamiento del lenguaje natural, comunicación entre agentes, sistemas inteligentes, aplicaciones para móviles y redes sociales, entre otras.

Justificación

Las implicaturas deben incluir también la omisión, que debe ser interpretada en su contexto, permitiendo inferencias y la continuidad del Principio Cooperativo. El silencio ha sido estudiado por varias disciplinas pero apenas mencionado en lógica o inteligencia artificial.

Desde hace algún tiempo, los juegos de diálogo formales se han aplicado en diversos contextos de la informática y la inteligencia artificial, particularmente como base para la interacción entre agentes de software autónomos (McBurney y Parsons, 2001).

El estudio formal de los diálogos es relativamente nuevo y proponer una semántica de la omisión o silencio intencional para complementar la comunicación, es importante en la toma de decisiones.

Otro ámbito de aplicación, donde la interpretación de la omisión de respuesta es importante, es en el análisis de testimonios, es decir, cuando alguien decide no declarar en un juicio o ante las autoridades correspondientes, es decir, decide voluntariamente o por solicitud de alguien, no cooperar y permanecer en silencio (Kurzon, 1995).

Cuando el silencio es intencional en ciertos contextos, es un recurso lingüístico activo, conciso, poderoso y completamente breve.

El silencio ha sido estudiado en diferentes disciplinas, como antropología, literatura, comunicación, lingüística, filosofía y pragmática entre otras. Sin embargo, no encontramos evidencia de trabajo previo desde el punto de vista de la representación del conocimiento por lo cual consideramos que este desarrollo es una aportación al estudio de la omisión en las implicaturas desde el enfoque de dicha área de estudio.

La fig. 1.1 muestra algunas referencias importantes relacionadas con los conceptos de implicatura y omisión, así como algunas referencias de la representación del conocimiento y razonamiento necesarias para el desarrollo de este proyecto. La intersección de las tres áreas representa nuestra área de investigación.

Usamos el razonamiento abductivo seleccionando un conjunto de acertijos lógico-lingüísticos con las siguientes tareas:

1. Formalización de declaraciones.
2. Solución o programación de la solución del acertijo seleccionado
3. Suposición de alguna omisión definida y emplear su semántica correspondiente (predicciones).
4. Generación de los modelos correspondientes.
5. Comparación de las predicciones con la solución del acertijo seleccionado.

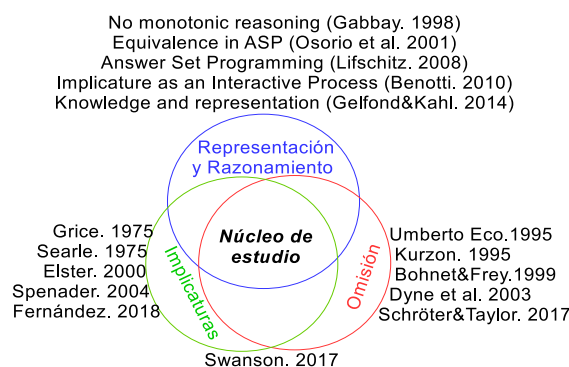


FIGURA 1.1: Área de interés.

Consideramos la técnica *Test choose* que consiste en seleccionar objetos que cumplan con cierta propiedad para su análisis (Solow, 2005), la utilizamos para los casos de estudio testimoniales. Se propone una estrategia para la gestión del silencio para los casos de diálogo.

Dada la novedad del tema, los modelos y la semántica propuesta fueron validados en diferentes escenarios y sujetos a escrutinio en diversos foros organizados por la comunidad científica.

Debido a la multidisciplinariedad de la investigación en cuestión, se abordó el tema general de acuerdo con los siguientes problemas específicos:

1. Elaboración de una tipología y clasificación del silencio. Es importante contar con una clasificación del silencio desde el punto de vista computacional para complementar el proceso comunicativo.
2. Identificación de la base teórica. Con la consideración de la omisión en las implicaturas, definimos una semántica para el análisis del silencio intencional.
3. Exploración de modelos en diferentes contextos. Con la aplicación de la lógica y la semántica del silencio en testimonios y diálogos, generamos modelos para la toma de decisiones.
4. Aplicación de conceptos en casos prácticos. Es decir, identificamos problemas con posibilidades para aplicar la semántica y la gestión definidas, a corto plazo o mediano plazo.

1.2. Declaración del problema

La implicatura omisiva o silencio intencional es un fenómeno poco estudiado desde un punto de vista lógico computacional cuya interpretación puede aportar información al proceso de comunicación, particularmente en contextos testimoniales y en interacciones dialógicas. Su estudio puede ayudar a la toma de decisiones.

El problema consiste en formalizar la interpretación de la omisión o silencio intencional en interacciones escritas bajo los contextos de testimonios y diálogos para hacer inferencias lingüísticas.

Como parte de los resultados, esperamos reformular automáticamente un programa lógico K (actos de habla, reglas o acciones) con base a la información inherente al silencio intencional obteniendo un programa K' equivalente que tendrá menos reglas que el programa original como un caso de no monotonicidad. Es decir:

Sean K y K' dos programas lógicos con predicados $Says() \in X$ y $X \subset K$.
Si $K' \equiv (K - X)$ tal que K ha sido silenciado con X , entonces K' es una reducción de K .

1.3. Hipótesis

La interpretación lógica de la implicatura omisiva aporta elementos al proceso comunicativo y ayuda a la toma de decisiones.

1.4. Objetivos

General:

Mostrar, con ayuda de la lógica, que la implicatura omisiva, en contextos testimoniales y de diálogo aporta elementos que pueden ayudar a la toma de decisiones.

Específicos:

1. Incorporar el silencio intencional como parte de la implicatura conversacional.
2. Definir la semántica, tipología y clasificación del silencio.
3. Modelar el significado o significados del silencio para la toma de decisiones en el caso de los testimonios.
4. Implementar el modelo dirigido a la interacción humano-computadora en diálogos.

1.5. Contribuciones

Desde un punto de vista lógico computacional, los aportes son los siguientes:

- Una tipología y clasificación de los escenarios donde puede ocurrir el silencio.
- Una semántica como soporte teórico para mantener una base de conocimiento no monótona con testimonios para estudiar las implicaciones del silencio intencional.
- Verificación de relaciones entre la omisión y algunas declaraciones.
- Validación experimental en interacciones de diálogo.

1.6. Descripción del documento

En el capítulo siguiente se presentan los fundamentos teóricos de los conceptos utilizados en este proyecto. El tercer capítulo trata de los trabajos que están directamente relacionados con esta tesis. En el capítulo 4 se dan a conocer los detalles para los experimentos incluyendo la metodología utilizada para cada caso, es decir, para testimonios y para diálogos. En el siguiente capítulo se describen los experimentos y objetivos alcanzados. El capítulo 6 está dedicado a la discusión sobre los alcances de los resultados y sus limitaciones. El último capítulo contiene las conclusiones, así como el trabajo que se puede desarrollar a futuro a partir de los resultados obtenidos.

Carretas vacías, remoliendo el silencio de las calles.
Perdiéndose en el oscuro camino de la noche.
Y las sombras.
El eco de las sombras.

(Pedro Páramo. Juan Rulfo)

Capítulo 2

Fundamentos

Hemos organizado los fundamentos en dos áreas de acuerdo a su relevancia para el presente trabajo. La primera incluye conceptos de Lógica y la segunda considera conceptos de Lenguaje.

2.1. Lógica

La Lógica ha sido y es importante para el desarrollo de componentes utilizados en la representación de conocimiento y el razonamiento que, desde el punto de vista no conexionista, forman parte de la columna vertebral de la Inteligencia Artificial.

Inteligencia Artificial

La *Inteligencia Artificial* (IA) estudia el comportamiento inteligente mediante recursos computacionales, por ejemplo, puede habilitar a un agente, con base a su conocimiento, para decidir qué hacer.

El *Razonamiento* es la manipulación formal de los símbolos que representan una colección de proposiciones creídas, para producir representaciones de otras nuevas. Los símbolos son más accesibles que las proposiciones que representan: Deben ser lo suficientemente concretos para que podamos manipularlos para construir representaciones de nuevas proposiciones.

La *Representación del Conocimiento*, es el campo de estudio que se ocupa de usar símbolos formales para representar una colección de proposiciones que son creídas por algún agente. Estos símbolos deben representar todas las proposiciones creídas por el agente. Es el papel del razonamiento cerrar la brecha entre lo que se representa y lo que es creído.

Esto es lo que el filósofo Brian Smith llama la *Hipótesis de la Representación del Conocimiento* (Brachman y Levesque, 2004):

Cualquier proceso inteligente incorporado mecánicamente estará compuesto de ingredientes estructurales que:

1. Nosotros, como observadores externos, tomamos naturalmente como representación, una explicación proposicional del conocimiento que exhibe el proceso general. Es decir, que podamos entender qué representan sus proposiciones.
2. Independientemente de dicha atribución semántica externa, se desempeña un papel formal pero causal y esencial en la generación de la conducta que manifiesta ese conocimiento. Es decir, que el sistema haya sido diseñado para comportarse como lo hace debido a estas representaciones.

En otras palabras, la Hipótesis de Representación del Conocimiento implica que queremos construir sistemas para los cuales la postura intencional se basa por diseño en representaciones simbólicas. A estos sistemas los llamaremos *sistemas basados en el conocimiento* y las representaciones simbólicas involucradas, sus *bases de conocimiento* (KB).

¿Qué proporción del comportamiento inteligente debe basarse en el conocimiento? Esta sigue siendo una cuestión de investigación abierta. Quizás el desafío más serio para la Hipótesis de Representación del Conocimiento es la metodología *conexionista*, que intenta evitar cualquier tipo de representación y razonamiento simbólicos, y en cambio aboga por la computación con redes de enlaces ponderados entre *neuronas* artificiales (Brachman y Levesque, 2004).

Razonamiento por defecto (default)

Supongamos una base de conocimiento (KB) de la que deseamos derivar un conjunto de creencias implícitas. En el caso simple, sin un razonamiento default, las creencias implícitas son solo las implicaciones de la KB; con los valores default, los superamos haciendo varias suposiciones. El razonamiento deductivo ordinario es monótono, lo que quiere decir que los hechos nuevos solo pueden producir creencias adicionales. En otras palabras, si $KB_1 \models a$, entonces $KB_2 \models a$, para cualquier KB_2 tal que $KB_1 \subseteq KB_2$. Sin embargo, el razonamiento default no es monótono: los hechos nuevos a veces invalidan creencias anteriores. Algunos de estos razonamientos son los siguientes:

- Razonamiento del mundo cerrado.

En términos generales, la suposición aquí llamada suposición del mundo cerrado (CWA en inglés), es la siguiente:

A menos que se sepa que una oración atómica es verdadera, se puede suponer que es falsa.

Debemos tener en cuenta que, expresado de esta manera, se puede considerar que la CWA implica una forma de razonamiento default. Una oración asumida como falsa podría determinarse más tarde de hecho como verdadera. Quizás la forma más fácil de formalizar el razonamiento inherente a la CWA es considerar una nueva forma de vinculación, \models_c , donde decimos que $KB \models_c \alpha$ si y solo si $KB^+ \models \alpha$, donde:

$$KB^+ = KB \cup \{\neg p \mid p \text{ es atómico y } KB \not\models p\}.$$

Entonces \models_c es como una vinculación ordinaria, excepto con respecto a una KB aumentada, es decir, una que incluye todos los hechos atómicos negativos no descartados explícitamente por la KB.

- Lógica default.

Quizás la forma más general de regla por defecto (default) que se ha examinado en la literatura se debe a Ray Reiter la cual consta de tres oraciones: un prerequisite α , una justificación β y una conclusión δ . La interpretación informal de este triple es que se debe creer en δ si se cree en α y es consistente creer en β . Es decir, si tenemos α y no tenemos $\neg\beta$, entonces podemos asumir δ . Escribiremos tales reglas como $\alpha : \beta / \delta$. Una regla típica es: Bird(Piolín): Flies(Piolín) / Flies (Piolín). Esto dice que si sabemos que Piolín es un pájaro, entonces deberíamos suponer que Piolín vuela si es coherente suponer que

Piolín vuela. Este tipo de regla, donde la justificación y la conclusión son las mismas, se denomina regla normal por defecto o default y es, por mucho, el caso más común.

Lógica intuicionista

La lógica clásica es una referencia para muchas otras lógicas, ya que algunas son sus extensiones y otras reemplazan el axioma de la negación. Por ejemplo, la Lógica deóntica es una extensión que utiliza operadores por sus tres principios (distribución, permiso y contingencia) enfocados en la gestión de las normas sociales. El sistema de lógica deóntica estudia las proposiciones y las funciones de verdad de las proposiciones sobre los caracteres deónticos obligatorios, permitidos, prohibidos y otros derivados de los actos y funciones de ejecución de actos (Von Wright, 1951).

La *Lógica Intuicionista*, denotada por I , se basa en el concepto de *prueba* en lugar del de *verdad o certeza* (Gödel y Aussagenkalkül, 1932), y es una lógica positiva (Pos) con los axiomas adicionales Int1 e Int2 para el manejo de la negación. Estos axiomas son:

- Pos1. $a \rightarrow (b \rightarrow a)$
- Pos2. $(a \rightarrow (b \rightarrow c)) \rightarrow ((a \rightarrow b) \rightarrow (a \rightarrow c))$
- Pos3. $a \wedge b \rightarrow a$
- Pos4. $a \wedge b \rightarrow b$
- Pos5. $a \rightarrow (b \rightarrow (a \wedge b))$
- Pos6. $a \rightarrow (a \vee b)$
- Pos7. $b \rightarrow (a \vee b)$
- Pos8. $(a \rightarrow c) \rightarrow ((b \rightarrow c) \rightarrow ((a \vee b) \rightarrow c))$
- Int1. $(a \rightarrow b) \rightarrow ((a \rightarrow \neg b) \rightarrow \neg a)$
- Int2. $\neg a \rightarrow (a \rightarrow b)$

Con Pos1, Pos2 y la regla de inferencia Modus Ponens es posible demostrar el Teorema de la Deducción.

Interpretación y Modelo

Una *Interpretación* I es un par $\langle D, I \rangle$, donde D es cualquier conjunto de objetos no vacío, llamado dominio de la interpretación, e I es un mapeo, llamado mapeo de la interpretación, desde los símbolos no lógicos hasta funciones y relaciones sobre D . Es importante enfatizar que una interpretación no solo necesita involucrar objetos matemáticos. D puede ser cualquier conjunto, incluidas personas, números, oraciones, equidad, unicornios, trozos de mantequilla de maní, situaciones y el universo, entre otras cosas.

Una interpretación I , se dice un *Modelo* M para un conjunto Γ de fórmulas bien formadas (wffs en inglés) si y solamente si cada wff en Γ es verdad para M (Mendelson, 2009).

Universo y Teorema de Herbrand

Dado un conjunto S de reglas, el *Universo de Herbrand* de S es el conjunto de todos los términos básicos formados usando solo las constantes y los símbolos de función en S . Por ejemplo, si S menciona solo constantes a y b y el símbolo de función unaria f , entonces el Universo de Herbrand es el conjunto:

$$\{a, b, f(a), f(b), f(f(a)), f(f(b)), f(f(f(a))), \dots\}$$

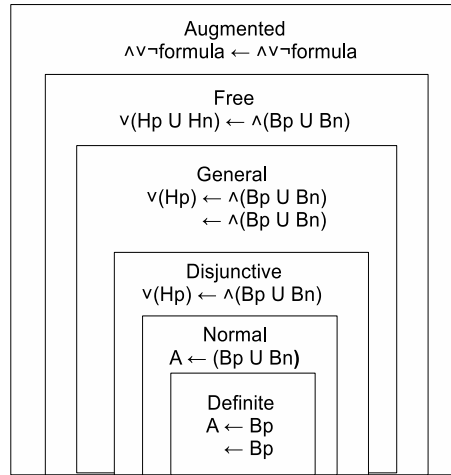


FIGURA 2.1: Tipos de reglas (Garcés Báez, 2003).

La *Base de Herbrand* de S es el conjunto de todas las reglas o cláusulas básicas $c\theta$ donde $c \in S$ y θ asigna las variables en c a términos en el Universo de Herbrand. El *Teorema de Herbrand* establece que un conjunto de cláusulas es satisfactorio si y solo si su Base de Herbrand lo es. La razón por la que esto es significativo es que la base de Herbrand es un conjunto de cláusulas sin variables, por lo que es esencialmente proposicional. Para razonar con la base de Herbrand no es necesario usar unificadores, etc., y tenemos un procedimiento de razonamiento sólido y completo que está garantizado para terminar.

Programación lógica

Una *regla* es una fórmula de la forma $H \leftarrow B$ donde H y B son fórmulas arbitrarias en principio, llamadas cabeza y cuerpo de la regla respectivamente. Hay varios tipos de reglas. Si $H = \{ \}$ la regla se llama restricción y podemos escribir esa regla como $\leftarrow B$. De manera análoga, si $B = \{ \}$ entonces la regla se llama un hecho y se puede escribir como $H \leftarrow$. Una regla aumentada es una regla donde H y B son alguna conjunción, disyunción o negación. Hp y Bp contienen átomos positivos. Hn y Bn contienen átomos negativos (Gelfond y Kahl, 2014).

Un *programa lógico* es entonces un conjunto finito de reglas. Si todas las reglas de un programa son de cierto tipo, decimos que el programa también es de ese tipo. Por ejemplo, un conjunto de reglas aumentadas especifica un programa aumentado, un conjunto de reglas libres es un programa libre y también lo es en el caso de los programas disyuntivo y definido Gelfond y Kahl, 2014.

Una fórmula $\wedge \vee \neg$ es una fórmula construida solo con los conectores lógicos: \wedge, \vee y \neg utilizados arbitrariamente y correctamente anidados.

La figura 2.1 muestra la clasificación de los tipos de reglas que pueden conducir a los programas lógicos correspondientes.

Según Gelfond (Gelfond y Kahl, 2014), hasta ahora hemos utilizado nuestras bases de conocimiento para obtener información sobre la verdad o falsedad de algunos enunciados o para encontrar objetos que satisfagan algunas propiedades simples. Este tipo de tareas las realizan normalmente los sistemas de bases de datos. A pesar de que la capacidad del lenguaje para expresar definiciones recursivas y

la metodología para representar valores predeterminados y diversas formas de información incompleta nos dio un poder adicional y nos permitió construir bases de conocimiento ricas y tolerantes a la elaboración, los tipos de consultas permanecieron esencialmente igual que en las bases de datos.

Programación de conjuntos respuesta

Los problemas computacionales significativamente diferentes pueden reducirse a encontrar conjuntos de respuestas de programas lógicos. El método de resolver problemas computacionales reduciéndolos a encontrar los conjuntos de respuestas de programas lógicos a menudo se denomina paradigma de programación de conjuntos de respuestas (ASP en inglés). Se ha utilizado para encontrar soluciones a una variedad de tareas de programación, que van desde la construcción de sistemas de apoyo a la toma de decisiones para el transbordador espacial y la configuración de sistemas informáticos hasta la resolución de problemas que surgen en bioinformática, zoología y lingüística (Lifschitz, 2008).

2.2. Lenguaje

Inferencia lingüística

Como parte de las relaciones que establecemos en el día a día, hacemos inferencias que se originan en la conversación. Podemos decir que estos actos son una consecuencia natural de la interacción entre las personas y tienen un impacto directo en la adquisición de conocimientos y su actualización. En varios casos, tales inferencias son una implicación natural conocida como implicatura, bajo el supuesto del Principio Cooperativo (PC), el cual consiste en que los participantes hagan su contribución conversacional, según se requiera en el escenario en el que esto ocurre, para el propósito aceptado o la dirección del intercambio de habla en el que están involucrados. La implicatura puede ser conversacional o convencional.

La implicatura conversacional es una inferencia potencial que no es una implicación lógica y está relacionada con la palabra "dice" (Grice, 1975), adhiriéndose al PC a través de las categorías que contienen las máximas de Grice.

Principio cooperativo y máximas de Grice

El PC garantiza la contribución de información de los participantes en un intercambio lingüístico.

Las máximas de Grice o categorías proporcionan las condiciones bajo las cuales el PC es posible, dichas máximas son las siguientes:

1. Cantidad. Consiste en hacer la contribución informativa según se requiera para los propósitos de intercambio actuales. No se hacen contribuciones más informativas de las requeridas.
2. Calidad. Se requiere no decir lo que se cree que es falso. No decir aquello de lo que carezca de pruebas adecuadas.
3. Relación. Consiste en decir aquello que consideramos importante para el tema tratado, es decir, ser relevante.
4. Modo. Esta categoría está relacionada con la forma en que se dice algo e incluye el supermáximo 'Sé perspicuo' y varias máximas tales como:

- Evitar la oscuridad de expresión.
- Evitar la ambigüedad.
- Ser breve (evite la prolijidad innecesaria).
- Ser ordenado.

Implicatura conversacional

En la Enciclopedia de Filosofía de Stanford (Zalta y col., 2003), tenemos la siguiente definición formal de implicatura:

Una formulación representativa es la siguiente, con *S* el hablante y *H* el oyente (también denominado destinatario).

Implicatura se define formalmente como: *S* implica conversacionalmente *p* sii *S* implica *p* cuando:

- (I) Se presume que *S* está observando el Principio Cooperativo (presunción cooperativa);
- (II) La suposición de que *S* cree que *p* es necesario para hacer que el enunciado de *S* sea coherente con el principio cooperativo (determinación); y
- (III) *S* cree (o sabe), y espera que *H* crea que *S* cree, que *H* puede determinar que (ii) es verdadero (conocimiento mutuo).

Enfoques relacionando con el silencio en contextos testimoniales y dialógicos

En (Scott, 1993), encontramos que el silencio y el habla son dos componentes dialécticos de la comunicación efectiva. Sin silencio y voz, la comunicación efectiva es imposible porque nadie estaría escuchando.

Según el modelo de Kurzon, en el caso de que un testigo o un acusado sea interrogado, la posible respuesta incluye parámetros de presencia y no presencia (Kurzon, 1995). La presencia puede incluir el habla y la no presencia el silencio, como se muestra en la fig. 2.2. Hay dos tipos de silencio, intencional y no intencional. El silencio intencional es una acción deliberada para no cooperar con la otra parte y el silencio no intencional es de naturaleza psicológica.

Modales de silencio intencional o interpretaciones modales:

1. no puedo decirte
2. no debo decirte
3. no quiero decirte
4. no te lo diré

Los modales 1 y 2 son silencios externos intencionales "por orden". Los modales 3 y 4 son silencios internos intencionales "por voluntad".

En conclusión, podemos decir que existen tres posibles interpretaciones modales de silencio:

- No intencional: "No puedo hablar".
- Intencional:
 - Interno (disposición): "Hablaré / no hablaré"

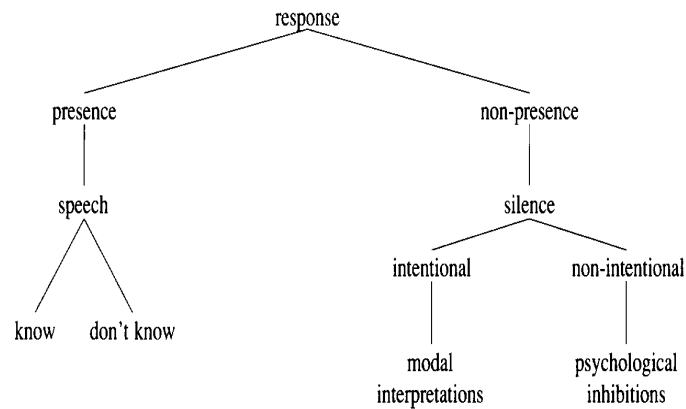


FIGURA 2.2: Taxonomía de Kurzon (Kurzon, 1995).

- Externo: "Debo / no puedo hablar"

El que queda: "No necesito hablar.^{es} aparentemente interno, en el sentido de que la fuente del silencio es el destinatario mismo.

La interpretación del silencio debe ser contextual. Por ejemplo, en una conversación normal, en un tribunal, el silencio se interpreta en detrimento de la persona que calla. La reacción inmediata es que esconde algo. El silencio intencional también es un signo de lealtad grupal.

El silencio está definido por el lenguaje, Kurzon apunta a tres tipos de silencio (Kurzon, 2007):

- Silencio psicológico. En este tipo de silencio es necesaria la ayuda de un decodificador.
- Silencio interactivo. Este silencio ocurre como una pausa intencional en la conversación que permite a la otra persona hacer inferencias relacionadas con el significado de la conversación.
- Silencio sociocultural. Este tipo de silencio se interpreta con base a códigos culturales específicos.

Para Bohnet and Frey, las variantes para la interpretación del silencio pueden ser: anónima y no anónima, esta última puede ser con identificación y cara a cara (Bohnet y Frey, 1999).

Según Dyne et. al (Dyne, Ang y Botero, 2003), un silencio intencional es:

1. Defensivo. Este silencio es proactivo, involucra conciencia y consideración de alternativas, seguido de una decisión consciente de retener ideas, información y opiniones como la mejor estrategia personal en el momento.
2. Condescendiente. Este silencio sugiere un comportamiento desconectado que es más pasivo que activo. En este caso, quien calla está implícitamente de acuerdo con lo que dicen los demás.

3. Pro-Social. Este silencio es proactivo y orientado hacia los demás, basado en el altruismo y la cooperación.

Según Schröter y Taylor, el silencio deliberado puede incluir: ocultación, censura, omisión, evasión, mentira, engaño o comentarios metalingüísticos, otros aspectos del silencio que también están abiertos a la exploración (Schröter y Taylor, 2017).

Para Umberto Eco, el silencio puede ser intencionado o no, tiene un emisor y un receptor cuya intención debe ser explícita (Eco, 1994). Desde el punto de vista de la semiótica, el silencio intencional es un signo.

En un esquema de comunicación que incluye la interpretación del silencio en su forma básica, el hablante tiene que interpretar el silencio que el oyente envía con una determinada intención. El emisor se convierte en receptor del silencio.

Según Eco, un proceso de comunicación en el que no hay código, y por tanto en el que no hay significado, se reduce a un proceso de estímulo-respuesta. Los estímulos no se ajustan a una de las definiciones más elementales del signo, que afirma que *se pone en lugar de otra cosa*. El estímulo no se pone en lugar de otra cosa, sino que *provoca directamente* esta otra cosa. Una luz deslumbrante que me obliga a cerrar los ojos es diferente a una orden verbal que me obliga a cerrar los ojos. En el primer caso, cierro los ojos sin pensar; en el segundo, primero tengo que entender la orden y decodificar el mensaje (proceso de firmar) y luego decidir si obedezco. El estudio de los signos y su funcionamiento se denomina semiótica o semiología. La semiótica tiene tres áreas principales:

1. El signo en sí. Se trata del estudio de diferentes tipos de signos, de su manera de llevar significados y de relacionarse con quienes los usan, porque los signos son creaciones humanas y solo pueden entenderse en términos de cómo las personas los usan.
2. Los códigos o sistemas de organización de signos. Aquí estudiamos cómo se han desarrollado una variedad de códigos para satisfacer las necesidades de una sociedad o una cultura, o para explotar los canales de comunicación disponibles para su transmisión.
3. La cultura dentro de la cual operan estos códigos y signos. Esto, a su vez, depende para su propia existencia y forma, del uso de estos códigos y signos.

Las tres formas de considerar el signo son:

- Semántico. El signo se considera en relación con lo que significa.
- Sintáctico. El signo se considera susceptible de insertarse en secuencias de otros signos, de acuerdo con algunas reglas combinatorias.
- Pragmático. El signo se considera en relación con sus propios orígenes, los efectos sobre sus destinatarios o, por ejemplo, el uso que hacen de ellos. Esta tercera dimensión es la más oscura.

Cuando se establece un diálogo, se inicia un rol por turnos para el intercambio de enunciados, según Sacks et al. (Sacks, Schegloff y Jefferson, 1978), la toma de turnos se utiliza para ordenar los movimientos en los juegos, para asignar cargos políticos, para regular el tráfico en las intersecciones, para atender a los clientes en establecimientos comerciales y para hablar en entrevistas, reuniones, debates, ceremonias, conversaciones, etc., siendo estos últimos miembros del conjunto que se refiere como *sistemas de intercambio de voz*.

Hay seis tipos de diálogos, a saber (McBurney y Parsons, 2009):

1. Los *Diálogos en Busca de Información* son aquéllos en los que un participante busca la respuesta a algunas preguntas de otro participante, quien cree que el primero sabe la respuesta.
2. En los *Diálogos de Consulta*, los participantes colaboran para responder alguna pregunta o preguntas cuyas respuestas no conoce ninguno de los participantes.
3. Los *Diálogos de Persuasión* involucran a un participante que busca persuadir a otro para que acepte una propuesta que él o ella no respalda actualmente.
4. En los *Diálogos de Negociación*, los participantes negocian la división de algún recurso escaso.
5. En los *Diálogos de Deliberación*, los participantes colaboran para decidir qué acción o curso de acción debe adoptarse en alguna situación.
6. En los *Diálogos Erísticos*, los participantes se pelean verbalmente como un sustituto de la pelea física, con el objetivo de desahogar los agravios percibidos.

Por ejemplo, los diálogos en una organización con enfoque terapéutico se agrupan en silencio productivo, silencio neutro y silencio obstructivo que incluye siete tipos de pausas cuyas características se resumen en la fig. 2.3.

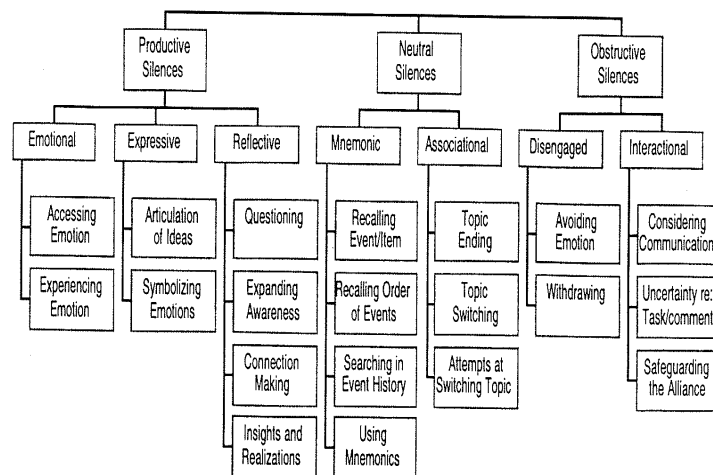


FIGURA 2.3: Experiencias de silencios (Levitt, 2001).

El silencio es inseparable de la palabra,
es su tumba y su matriz,
la tierra que la entierra
y la tierra donde germina.

(Nuestra Lengua. Octavio Paz)

Capítulo 3

Trabajos relacionados

De forma específica, se describen los trabajos y la forma en que se relacionan con el enfoque de la presente investigación. Mientras que la primera parte está dedicada al lenguaje y el silencio, la segunda está relacionada con programación de conjuntos respuesta.

3.1. Lenguaje

Más allá del lenguaje, más allá de los poemas, casi más vigoroso que éstos, está el hecho de la renuncia, el silencio elegido (Steiner, 2020).

En esta sección se presentan algunos escenarios lingüísticos donde aparece el silencio.

3.1.1. Enfoque semiótico

En un esquema de comunicación que incluye la interpretación del silencio en su forma básica (Eco, 1994), el hablante tiene que interpretar el silencio que el oyente envía con cierta intención. Para facilitar la descripción entre este tipo de interlocución donde el destinatario se convierte en remitente y el remitente en destinatario a través de la interpretación del silencio, distinguimos quien interpreta el silencio en la comunicación como el Agente Lector (RA), esto se debe a que la semiótica prefiere este término para el receptor, incluso si es una fotografía o pintura. A quien envía una señal a través del silencio, lo identificamos como el Agente Silencioso (SA). Mientras que el silencio puede ser transmitido por el Agente Silencioso (SA) de forma voluntaria (+) o involuntariamente (-) y recibido por el Agente Lector (RA) también de forma voluntaria (+) o involuntaria (-) y teniendo en cuenta que este último puede atribuir al SA una intención (SAI) con respecto al envío de la señal, tenemos diferentes posibilidades.

Las siguientes son las 8 situaciones significativas con relación a la matriz de posibilidades en la fig. 3.1:

1. Un miembro del equipo (RA) pregunta a otro (SA): ¿Terminaste tu parte del proyecto? El SA guarda silencio e intencionadamente envía el signo no. El RA reconoce que el AS respondió no con toda la intención.
2. Un gerente de oficina (RA) le pregunta a su colaborador (SA): ¿Hiciste lo que te pedí? El colaborador envía intencionalmente el signo no. El jefe recibe la señal e interpreta que el colaborador ha enviado la señal involuntariamente, es decir, el jefe piensa que el colaborador no sabe si el avance que hizo podría ser considerado como un sí o un no y por eso se quedó callado.

Renglón	SA	RA	SAI
1	+	+	+
2	+	+	-
3	+	-	(+)
4	+	-	(-)
5	-	+	+
6	-	+	-
7	-	-	(+)
8	-	-	(-)

FIGURA 3.1: Matriz de posibilidades.

3. En un bazar, una mujer (RA) le pregunta a su pareja (SA) si acepta comprar un marco de fotos. En ese preciso momento su pareja se distrae con otro puesto donde descubre algo que estaba buscando hace unos días mientras le manda voluntariamente el mensaje no. La mujer no capta voluntariamente la señal, por lo que no puede saber si su pareja dijo que sí o que no. Nada excluye que luego la mujer se dé cuenta de que ha recibido un mensaje intencional y reconozca un no.
4. Este caso puede ser el mismo que el anterior, sólo que la mujer (RA) cree que su pareja (SA) no la escuchó, es decir, le envió una señal involuntariamente. Posteriormente asume involuntariamente que el envío de la señal fue involuntario.
5. Un programador (SA) que trabaja en la computadora está a punto de ser interrumpido por su jefe de área (RA) quien se le acerca y le dice *por favor atiende esta orden de programación*, a lo que el programador no responde porque está concentrado en la parte más delicada de la solución a un problema, enviando involuntariamente la señal no. El jefe de área acepta e interpreta erróneamente la señal como un no y pensando en tomar en cuenta la actitud del programador entrega la orden a otro programador.
6. Este puede ser el mismo caso que el anterior, solo que el jefe de área acepta la señal como no momentánea o involuntaria, porque advierte la ocupación del programador.
7. Este caso es similar al número 3, con la variante de que aquí, la pareja que de repente se distrae, no le da tiempo para contestar la pregunta y envía la señal sin quererlo.
8. Caso análogo al anterior solo que luego la mujer se da cuenta de que su pareja estaba distraída y la señal que envió no fue intencional.

De las situaciones significativas descritas anteriormente, la primera es el ejemplo más claro de transmisión de una negación o afirmación a través del silencio ya que la intención de la SA es recibida correctamente por la RA como si fuera un código, los demás casos son ambiguos y la diferencia entre uno y otro viene dado por el contexto.

Implicatura

Las implicaturas permiten hacer inferencias lingüísticas y dos de ellas son la implicatura conversacional y la implicatura convencional.

La *implicatura conversacional* está asociada con la palabra *Dice* (Says) y produce una inferencia lingüística de lo que se dice (Grice, 1975).

En el siguiente diálogo, tenemos un ejemplo de implicatura conversacional:

A: ¿Quieres una taza de café?

B: Acabo de tomar uno

Aunque se buscaran diferentes formas de expresar un mismo contenido proposicional de B, lo más cierto es que todas darían el mismo resultado:

- a. Acabo de tomar una taza
- b. Hace un momento tomé una taza
- c. Acabo de beber una taza

En este ejemplo, el acto normal es inferir que B no quiere una taza de café.

La *implicatura convencional* se relaciona con algunas palabras que aparecen en expresiones, por ejemplo, en la oración: *Juan vive en México pero es feliz*, lo único que se considera *dicho* es que *Juan vive en México y está feliz*. La palabra *pero* es irrelevante para lo que se dijo y evoca lo que *no se dijo*. De ella podemos inferir una variedad de posibilidades, por ejemplo:

- a. Juan no creía ser feliz en México
- b. Otras personas no creían que él pudiera ser feliz en México.
- c. ¿No son felices las personas que viven en México?

Según Ruiz, para Grice, la implicatura convencional se refiere a ciertos fenómenos lingüísticos con las siguientes características (Fernández Ruiz, 2018):

- a) El contenido está implícito.
- b) Se originan en el significado no verdadero de ciertas palabras y frases.
- c) Estos no influyen en el valor de verdad del enunciado en el que se originan.
- d) No se pueden cancelar.
- e) Estos son separables.
- f) Tales fenómenos se originan en el significado sistémico (convencional) de la expresión.
- g) No se pueden analizar de forma pragmática sino semántica.

Ejemplos de estos contenidos son las palabras: *pero*, *por tanto*, *así* y *además*. Ruiz sostiene que la implicatura convencional está relacionada con la generación de expresiones que contienen tales palabras.

Tanto las implicaturas conversacionales como las convencionales son inferencias lingüísticas (Fernández Ruiz, 2018).

Las implicaturas surgen de los actos de habla. De acuerdo a Searle, tenemos tres partes de un acto de habla (Searle, 1975):

1. Acto locutorio.- Acto comunicativo.
2. Acto ilocutorio.- Intención del interlocutor.
3. Acto perlocutorio.- El efecto que tiene el acto de habla en el contexto del mundo de los participantes.

Spenader sostiene que los tipos de oraciones tienen relaciones convencionales con ciertos tipos de actos de habla (Spenader, 2004):

1. Declarativo (afirmaciones): *La clase termina a las 6 p. m.*
2. Interrogativa (preguntas): *¿Esta clase termina a las 6 p. m.?*
3. Imperativo (órdenes): *¡Deja de enseñar inmediatamente!*
4. Optativo (deseos): *¡Ojalá se terminara esta clase!*

Implicatura omisiva

Un caso particular de inferencia lingüística es el que se logra cuando se omite una respuesta en forma de silencio intencional y la respuesta se percibe como tal. La implicatura omisiva produce una inferencia lingüística de lo que no se dice. Según Swanson no decir *p* genera una implicatura conversacional, es decir, que el hablante no tenía razón suficiente, considerando todo, para decir *p* (Swanson, 2017).

Por ejemplo, volvamos al ejemplo de la implicatura conversacional. ¿Qué habría inferido A si B hubiera omitido intencionalmente su respuesta? Algunas posibilidades son:

- a) Sí
- b) No
- c) No lo sabe, entonces:
 - I) La pregunta debe repetirse inmediatamente.
 - II) La pregunta debe repetirse en otro momento.
 - III) Olvídese de la pregunta.

A continuación se muestra un ejemplo donde la omisión es significativa, se acompaña con algunos signos clave o claves de transcripción.

En el diálogo a continuación, el uso de *sin comentarios* por los sospechosos en entrevistas policiales (Schröter y Taylor, 2017), el oficial (OF) va más allá al intentar obtener alguna respuesta del sospechoso (SUS), alejando al sospechoso de la resistencia a la participación, dejando en claro que el sospechoso es consciente de las posibles repercusiones de permanecer en silencio. Durante el diálogo se utilizan algunas claves de transcripción, se pueden utilizar claves adicionales en otros diálogos, pero las del ejemplo se detallan al final.

Entrevista

1. OF: ¿Algo más?
2. OF2: (hhhh) la pregunta inevitable, pero ¿de dónde sacaste el material?
3. SUS: Sin comentarios

4. (5.9)
5. OF: Bueno, un resumen general

Claves de transcripción

1. (número) se detiene durante varios segundos.
2. (h) exhalación con el número de 'h's indicando la duración de la respiración.

Hay una muestra representativa en (Garbutt, 2018) de este tipo de diálogos con expresiones (es decir, *sin comentarios*) que generan implicaturas convencionales.

Otro ejercicio muy significativo se encuentra en un ejemplo genérico del corpus TCC (Terapia Cognitivo-Conductual) (Chatwin y col., 2014), donde T es terapeuta y C es cliente, a través del siguiente extracto:

Extracto 1

1. T: Entonces, ¿crees que tu estado de ánimo se ha estabilizado?
2. ¿piensas ahora?
3. (1.5)
4. C: ¿ye :: a?
5. (1.0)
6. T: ¿Sí?
7. C: Simplemente eh: pensamiento más positivo en realidad.
8. T: El pensamiento más positivo.

En el Extracto 1, después de una pregunta del terapeuta, el cliente confirma que su estado de ánimo se ha estabilizado. Sin embargo, es evidente una posible desalineación entre lo que reclama el cliente y lo que realmente se transmite. A pesar de que su respuesta es aparentemente afirmativa, la pausa de 1.5 segundos en la línea 3 (combinada en este caso con la entrega alargada y la entonación ascendente de su *ze :: a?*) conspiran para transmitir que este puede no ser el caso. La impresión que se da es que, si bien no se puede suponer que lo que dice sea falso, proyecta que bien puede tener algunas reservas o problemas. El terapeuta parece darse cuenta de esto porque hay una pausa prolongada similar antes de su próximo turno (línea 5), y luego usa una entonación interrogativa (es decir, ascendente) para pedirle al cliente más detalles ('¿sí?' - línea 6) (Chatwin y col., 2014).

En el caso del esquema de comunicación donde se produce el silencio voluntario e involuntario, como en los casos de las entrevistas policiales y los ejemplos genéricos de la TCC, se considera que las unidades de tiempo indican el silencio de cualquiera de los interlocutores.

Existen estudios relacionados con la ocurrencia del silencio en el proceso comunicativo, pero su aplicación en el campo de la psicología a través de entrevistas a pacientes es particularmente importante. Se puede encontrar un estudio del silencio con enfoque psicológico en (Chatwin y col., 2014) donde se sostiene que los silencios y las pausas en la interacción ordinaria han recibido mucha atención. Asimismo, argumentaron que la TCC existe como un término general para una variedad de intervenciones basadas en la modificación de pensamientos y comportamientos inútiles, cuyos principios se basan en modelos psicológicos de la emoción y el comportamiento humanos. Desarrollada originalmente para tratar la depresión, la TCC es un enfoque psicosocial que se centra en el desarrollo de estrategias de afrontamiento personales con el objetivo de cambiar patrones de comportamiento inútiles.

3.2. Lógica

La lógica para la solución de problemas está directamente relacionada con nuestro proyecto y uno de los productos tangibles es la programación de conjunto respuesta o Answer Set Programming (ASP).

3.2.1. ASP

Se caracteriza por la generación de modelos basados en aplicaciones donde:

1. Se da la representación del problema.
2. Una solución está dada por un modelo de la representación.

Son componentes de ASP los siguientes:

- Bases de datos deductivas.
- Programación lógica.
- Representación de conocimiento.
- Pruebas de satisfacibilidad.

Modelo estable

Sea Π un programa en lógica, es decir, un conjunto de reglas. Suponemos que cada regla que contiene variables es reemplazada por todas sus instancias, de modo que todos los átomos en Π están instanciados (Dado que no se requiere que Π sea finito, las variables pueden eliminarse, de esta manera, incluso cuando el programa usa símbolos de función y su universo de Herbrand es infinito). Para cualquier conjunto M de átomos de Π , sea Π_M el programa obtenido de Π por eliminar:

1. cada regla que tiene una literal negativa $\neg B$ en su cuerpo con $B \in M$, y
2. todas las literales negativas en el cuerpo de las reglas restantes.

Es claro que Π_M está libre de negaciones, así que Π_M tiene un modelo de Herbrand mínimo único. Si este modelo coincide con M , entonces decimos que M es un *conjunto estable* de Π .

Cualquier conjunto estable de Π es un modelo de Herbrand mínimo de Π . Debido a esto, los conjuntos estable pueden ser llamados *modelos estable* (Gelfond y Lifschitz, 1992).

Equivalencia

Dos programas en lógica K_1 y K_2 son equivalentes bajo estable, denotado por $K_1 \equiv_{\text{estable}} K_2$, si tienen el mismo conjunto respuesta (Osorio, Navarro y Arrazola, 2001).

Intuicionismo y ASP

La programación de conjuntos respuesta (ASP) computa modelos estable. Un teorema de Pearce donde caracteriza a ASP en términos de lógica intuicionista y viceversa sostiene que:

Sea Π un programa en lógica: M es un Modelo estable de Π sii $\Pi \cup \{\neg A \in H : A \notin M\}$ es intuicionísticamente consistente y completo. (Pearce, 1999).

Donde: A son todos los átomos en el lenguaje de Π y H denota la Base de Herbrand de Π .

3.2.2. Juegos de diálogo

Una área importante relacionada con la Lógica es la *teoría de juegos*, la cual ha tenido un alto impacto en diversas áreas como la economía, a través de la optimización con la investigación de operaciones. Cuando se trata de interacciones y enunciados, las aplicaciones entran en el campo del lenguaje y abren posibilidades para su análisis, tal es el caso de los juegos de aventuras de texto y los juegos de diálogo.

Los *juegos de aventuras de texto* son programas de computadora que simulan un entorno físico. El jugador manipula el mundo del juego utilizando solicitudes de lenguaje natural. El juego responde describiendo el mundo del juego y los resultados de las acciones de los jugadores. Un ejemplo de este tipo de juego es Frolog (Benotti, 2010). Benotti muestra el uso que tienen las implicaturas conversacionales en un proceso interactivo como parte de la comunicación, y propone el software Frolog como un juego de diálogo para el mantenimiento del contexto. También menciona la importancia del concepto de acto tácito o implícito. Frolog permite trabajar el análisis de implicaturas conversacionales considerando las tres componentes siguientes:

- Acto tácito
- Información mutua
- Interacción inteligente

El estudio de los *juegos de diálogo* formales consta de (McBurney y Parsons, 2009):

1. Interacciones gobernadas por reglas entre dos o más jugadores (o agentes).
2. Cada jugador se mueve haciendo enunciados.

3.2.3. Sistemas

Hay tres tipos de silencio acústico en los *sistemas de intercambio de voz*: pausas, lagunas y lapsos. Las pausas se refieren a silencios dentro de los turnos, los huecos se refieren a silencios cortos entre turnos y los lapsos son silencios más largos o prolongados entre turnos (Chatwin y col., 2014), sin embargo en la comunicación humano-computadora y en particular en los sistemas distribuidos, el estudio del silencio debe considerar algunos aspectos formalizados por Goren y Moses, por ejemplo, en un sistema confiable en el que se garantiza que los mensajes M de j a i se entregarán dentro de las unidades de tiempo Δ , si j no envía mensajes M a i en el momento t , entonces i puede detectar este hecho en el momento $t + \Delta$. Esto, a su vez, se puede utilizar para pasar información de j a i (Goren y Moses, 2018).

3.3. Resumen de aportaciones relacionadas

Durante los tres primeros capítulos hemos mencionado los trabajos que han aportado algún concepto al presente proyecto, sin embargo en la fig. 3.2 se muestra un resumen de las fuentes y contribuciones más significativas que son las siguientes:

1. En su artículo denominado *Silencio*, del área de sistemas distribuidos, Goren y Moses dan algunas definiciones importantes y un teorema que identifica un patrón denominado *silencio del coro*. Nosotros utilizamos la definición de *sistema confiable* para definir el silencio intencional en contexto de diálogos (Goren y Moses, 2018).
2. El libro *Decir sin decir: Implicatura convencional y expresiones que la generan en español* de Fernández Ruiz, habla de las inferencias lingüísticas que surgen a partir de las implicaturas. Nosotros hacemos referencia a al concepto de implicatura convencional que está asociada a algunas palabras tales como sin embargo, pero, así, etc. que abren a la imaginación un abanico de posibilidades (Fernández Ruiz, 2018).
3. Schröter and Taylor exploran algunos usos del silencio y presentan diversos casos de estudio. Las entrevistas de la policía son los que aportan más elementos a nuestro trabajo para la interpretación del silencio a través del uso de la frase *Sin comentarios* (No comments) (Schröter y Taylor, 2017).
4. En el artículo *Implicatura omisiva*, Swanson proporciona la definición de aquéllo (p) que por una u otra razón no fue dicho. Esta es la definición que utilizamos y de la cual proponemos su formalización (Swanson, 2017).
5. Khatchadourian nos explica las cosas que se pueden hacer con el silencio dentro de las cuales se encuentra la lógica informal. De aquí rescatamos el significado de contexto (Khatchadourian, 2015).
6. En su tesis doctoral Benotti desarrolla un juego de aventura de texto (Frolog) para mantener el contexto en un escenario. Son de utilidad los conceptos importantes como el de implicatura y acto tácito, entre otros (Benotti, 2010).
7. Del artículo de Dyne tomamos los conceptos de tres tipos de silencio (Defensivo, Condescendiente y Pro-social) y definimos las semánticas para los enunciados en la representación del conocimiento y razonamos sobre su comportamiento (Dyne, Ang y Botero, 2003).
8. Las definiciones de equivalencia débil y equivalencia fuerte utilizada en programación lógica la tomamos de Osorio et. al.. En el contexto testimonial, en algunos casos de estudio es posible obtener el mismo resultado con menos enunciados lo cual se refleja en una reducción en el tamaño de la base de conocimiento obteniendo un programa en lógica más pequeño y equivalente (Osorio, Navarro y Arrazola, 2001).
9. Levitt nos presenta una clasificación del silencio utilizado en las entrevistas de psicoterapia cognitiva. Son de nuestro interés los silencios productivo, neutral y obstructivo (Levitt, 2001).
10. David Pearce demuestra un teorema que relaciona la semántica stable o conjuntos respuesta con las pruebas en lógica intuicionista, de donde podemos decir, intuitivamente, que cada conjunto respuesta obtenido tiene un prueba en lógica intuicionista, dándole sustento teórico a los modelos que generamos (Pearce, 1999).
11. El análisis al derecho a guardar silencio y definiciones de diversos tipos de silencio, así como una taxonomía del silencio son aportaciones de Kurzon que inspiraron la clasificación que proponemos (Kurzon, 1995).

AUTOR	CONTRIBUCION
Goren and Moses, 2018	Definición de sistema confiable en sistemas distribuidos
Ruiz, 2018	Implicatura convencional
Schröter & Taylor, 2018	Uso de <i>Sin comentarios</i> por los sospechosos en entrevistas de policía
Swanson, 2017	Definición de implicatura omisiva
Khatchadourian, 2015	Uso de lógica informal y significado contextual
Benotti, 2010	Juego de aventura de texto (Frolog)
Dyne, et.al. 2003	El silencio puede ser defensivo, condescendiente y pro-social
Osorio, et.al. 2001	Equivalencia en programación de conjuntos respuesta
Levitt, 2001	El silencio es agrupado en productivo, neutral y obstructivo
Pearce, 1999	Relación entre ASP y Lógica intuicionista
Kurzon, 1995	El silencio interactivo, sus modos y taxonomía
Eco, 1994	Matriz de posibilidades
Grice, 1975	Implicatura conversacional, principio cooperativo y máximas

FIGURA 3.2: Resumen de fuentes y contribuciones.

12. En una de las primeras ediciones del libro *El signo*, Umberto Eco describe escenarios sobre la interpretación del silencio cuando es transmitido por un emisor de forma voluntaria o involuntaria, recibido por un receptor de alguna de las dos formas anteriores e igualmente interpretado voluntariamente o involuntariamente por parte del receptor, con esto crea una matriz con 8 posibilidades que son analizadas en este trabajo desde el punto de vista de su interpretación y consecuente decisión (Eco, 1994).
13. El artículo de Grice es un clásico que contiene conceptos que relacionan la lógica y el lenguaje, proporciona definiciones importantes que utilizamos en esta investigación, tales como implicatura conversacional, principio cooperativo y categorías que garantizan la correcta conversación en torno a un tema. De la cuarta categoría (*manera*) cuestionamos que el silencio en general, interrumpa la conversación sometiéndola a la oscuridad (Grice, 1975).

Mientras
los pensamientos volaban en círculos
picoteando los recuerdos
las promesas eran vigiladas en silencio.

(agb)

Capítulo 4

Definiciones y metodología

En este capítulo se especifican los elementos necesarios y la forma en que fueron utilizados en los casos de estudio de los entornos experimentales.

Se propone una clasificación de los contextos donde puede ocurrir el silencio para indicar el lugar que ocupa la presente aportación, se definen las componentes semánticas y se explican las metodologías utilizadas.

4.1. Clasificación

El silencio es un objeto diverso e intangible que aprendemos a interpretar dentro del contexto en el que aparece. En esta primera clasificación (fig. 4.1), mostramos algunos escenarios donde puede ocurrir el silencio en los tres contextos siguientes: *Sociocultural*, *Interactivo* y *en las Artes*.

El silencio en el contexto *sociocultural* está relacionado con la religión o las creencias de los grupos étnicos (Basso, 1970). El silencio en el contexto *interactivo* u omisión se refiere a lo que podría haberse dicho y por alguna razón no fue dicho (Swanson, 2017). El silencio en el contexto *artístico* está relacionado con las artes temporales, como la música y la literatura, desarrolladas en (Khatchadourian, 2015).

El silencio u omisión interactiva puede ser:

- *No intencional*. Las razones de la no intencionalidad del silencio en el proceso comunicativo pueden ser:
 - *Psicológico*. Esto podría deberse a un trauma.
 - *Olvido*. Cuando de forma involuntaria, proporcionamos información incompleta.
 - *El ruido*. Por ejemplo, el oyente podría percibir un silencio debido al motor de un vehículo que pasa (Eco, 1994).
- *Intencional*. El silencio intencional se envía voluntariamente y se recibe intencionalmente (Eco, 1994).
 - *En grupo*. Este silencio ocurre cuando varias personas están involucradas en una situación o interacción y no es dialógico.
 - *Cara a cara*. Este silencio es dialógico, es decir, entre dos personas o agentes y el silencio intencional se entiende como *Sí* o *No* (Kurzon, 1995), o algo que requiera aclaración. A esto se le llama polaridad contextualizada.
 - *Evasivo*. Este silencio es característico de aquellos políticos que prefieren hablar de cualquier otra cosa, en lugar de responder directamente una pregunta.

El silencio *dentro del grupo* es el contexto donde ubicamos nuestras interpretaciones, por ejemplo, en un chat grupal o un caso de crimen que involucra testimonios de varias personas.

El silencio defensivo tiene dos variantes ligadas al *derecho a guardar silencio*, el silencio condescendiente solo tiene una variante ligada al viejo refrán *el silencio es consentimiento*, y el silencio *pro-social* tiene dos variantes en cuanto al silencio de los agentes o empleados como un signo de lealtad hacia un gremio o una institución (Dyne, Ang y Botero, 2003).

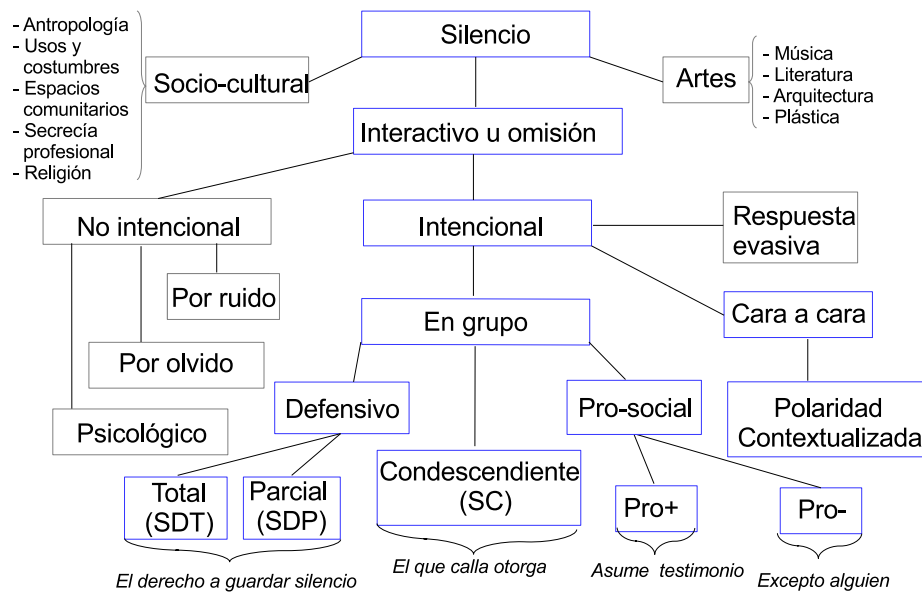


FIGURA 4.1: Una clasificación de los escenarios donde puede ocurrir el silencio.

4.2. Conceptos fundamentales

Distinguimos tres elementos fundamentales para el desarrollo de las metodologías, dos de ellos los rescatamos de capítulos anteriores y son: la definición del predicado *Dice (Says)* en el sentido de la implicatura conversacional de Grice (Grice, 1975) y la definición de *Implicatura omisiva* de Swanson (Swanson, 2017); el tercer elemento corresponde a nuestra *Semántica* propuesta.

Predicado Says

De acuerdo a (Grice, 1975), la implicatura está asociada con la palabra *Dice (Says)*, la cual definimos como un predicado de la siguiente manera:

$Says(A, p, V/F)$ es un predicado cuyo significado es:

El agente A cree y afirma que p es Verdadero (V) o Falso (F).

Implicatura omisiva

Recordando la definición de Swanson: *No decir p* genera una implicatura conversacional, es decir, que el hablante no tenía razón suficiente, considerando todo, para decir *p*.

Ahora, *No decir p* será equivalente a prescindir del predicado $Says(A, p, V/F)$ de la Base de Conocimiento correspondiente.

Semántica

Para los casos de estudio que se analizarán en el capítulo siguiente, tenemos el uso de una semántica relacionada con la suposición del mundo cerrado, la lógica por omisión (default) y la negación por falla. La semántica es la siguiente:

Sea K un programa en lógica o una base de conocimiento.

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ son agentes.

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ son posibles declaraciones.

$X_{a_i} = \{Says(a_i, p_1, V/F), \dots, Says(a_i, p_j, V/F)\} = \{Says(a_i, *, V/F)\}$.

$X = X_{a_1} \cup X_{a_2} \cup \dots \cup X_{a_n}; (1 \leq i \leq n); (1 \leq j \leq m)$.

$X \subset K$.

1. Silencio Defensivo Total (SDT) :

El SDT es proactivo, involucra conciencia y consideración de alternativas, seguido de una decisión consciente de retener TODAS las ideas, información y opiniones como la mejor estrategia personal en el momento.

Este silencio está vinculado a la quinta enmienda que se refiere al derecho a guardar silencio y nadie puede ser obligado a declarar.

La regla semántica consiste en:

K_{a_i} es el Silencio Defensivo Total de a_i entendido como:

$$K_{a_i} = K - X_{a_i}$$

Donde $(1 \leq i \leq n)$, n es el número de agentes que interactúan.

2. Silencio Defensivo Parcial (SDP) :

El SDP es proactivo, involucra conciencia y consideración de alternativas, seguido de una decisión consciente de retener PARTE de sus ideas, información y opiniones como la mejor estrategia personal en el momento

En este tipo de silencio se oculta parte de la información que se considera podría ser usada en contra del que habla.

La regla semántica consiste en:

K_{a_i, p_j} es el Silencio Defensivo Parcial de a_i entendido como:

$$K_{a_i, p_j} = K - \{Says(a_i, p_j, V/F)\}$$

Donde $(1 \leq i \leq n)$, n es el número de agentes que interactúan; $(1 \leq j \leq m)$; m es el número de predicados o aseveraciones que sostiene a_i , y p_j es un predicado particular de a_i .

3. Silencio Condescendiente (SC) :

El SC es aquel que sugiere un comportamiento desconectado que es más pasivo que activo.

En este caso, quien calla está implícitamente de acuerdo con lo que dicen los demás, este tipo de silencio es conocido como *el que calla otorga*.

La regla semántica consiste en:

K'_{a_i} es el Silencio Condescendiente de a_i entendido como:

$$K'_{a_i} = K_{a_i} \cup (\{Says(a_j, *, V/F)\} \circ \lambda)$$

Donde $i \neq j$, $(1 \leq i, j \leq n)$, n es el número de agentes que interactúan; K_{a_i} es SDT para a_i ; $\lambda = \{a_j/a_i\}$, y el operador \circ con λ denota la sustitución de a_j por a_i sobre el subconjunto X .

4. Silencio Pro-Social⁺ (Pro⁺) :

En las organizaciones, a menudo se establecen relaciones de amistad o confianza entre compañeros de trabajo o con otros compañeros de equipo jerárquicos, y algunos son más dignos de confianza que otros. Entonces, en algunos contextos, el silencio de una persona tiene la intención de beneficiar los argumentos de otra, es decir, retener información puede tener consecuencias positivas para otra persona. La definición de este silencio es:

Retener ideas, información u opiniones relacionadas con el trabajo con el objetivo de beneficiar a otras personas, basadas en el altruismo o motivos cooperativos.

La regla semántica consiste en asumir un SDT del empleado que calla y luego "poner en su boca" lo que dice el empleado a quien quiere beneficiar con su silencio.

Simbólicamente, la regla semántica consiste en:

$K'_{a,b}$ es el Silencio Pro-Social Positivo de a que asume el testimonio del agente b entendido como:

$$K'_{a,b} = K_a \cup (\{Says(b, *, V/F)\} \circ \lambda)$$

Donde K_a es el SDT para a , $\lambda = \{b/a\}$ y $a, b \in A$. El operador \circ con λ denota la sustitución de b por a obteniendo el nuevo subconjunto X .

5. Silencio Pro-Social⁻ (Pro⁻) :

Hay situaciones en las que el silencio puede tener un impacto negativo e importante en un empleado, beneficiando así a la organización. La definición es:

Retener ideas, información u opiniones relacionadas con el trabajo con el objetivo de beneficiar a la organización al excluir a otras personas, basadas en el altruismo o motivos cooperativos.

La regla semántica consiste en volver a asumir un SDT del empleado que calla y reforzar con él lo que dicen todos los demás excepto un empleado poco confiable.

Simbólicamente, la regla semántica consiste en:

$K'_{a,b}$ es el Silencio *Pro-Social Negativo de a exceptuando al agente b* entendido como:

$$K'_{a,b} = K_a \cup (\{Says(c, *, V/F)\} \circ \lambda)$$

Donde $b \neq c \forall c \in A$; c es el agente poco confiable; K_a es el SDT para a ; $\lambda = \{c/a\}$, y el operador \circ con λ denota la sustitución de c por a sobre el subconjunto X .

4.3. Metodologías

La metodología para el estudio del silencio en los testimonios se desarrolla mediante una *investigación cualitativa* mientras en el caso de los dialogos se desarrolla mediante una *investigación cuantitativa*. En ambos casos el concepto de omisión se prueba.

4.3.1. Testimonios

Testimonio significa *atestación o aseveración de algo* de acuerdo a la Real Academia Española (Española y Madrid, 2001).

Para la metodología consideramos a un testimonio como un conjunto de declaraciones por parte de un testigo con relación a un hecho o caso específico.

Los silencios sujetos de estudio con fines testimoniales utilizan la semántica propuesta y son los llamados *Defensivos, Condescendiente y Pro-sociales* que se muestran en la clasificación propuesta de la fig. 4.1.

Utilizamos acertijos como casos de estudio. Los acertijos más allá de un simple pasatiempos nos pueden conducir por caminos interesantes, uno de sus principales impulsores fue Martín Gardner quien sostenía que nadie puede definir exactamente lo que significan las palabras debido a que no hay ningún modo exacto de definir algo que se encuentra al margen de las matemáticas y de la lógica (Gardner, 1981).

Las posibilidades de interpretación del lenguaje natural son muy variadas para cada forma de expresión lo cual dificulta la formalización de enunciados para su interpretación lógica y análisis.

Por los motivos antes expuestos, nosotros elegimos acertijos que permiten acotar el uso del lenguaje natural dándole lugar a la lógica, dichos acertijos facilitan la formalización de enunciados, además de que la solución de los mismos pudieran tener repercusiones en la práctica o ayudar en la solución de problemas cotidianos.

La fig. 4.2 presenta la metodología utilizada para la interpretación lógica de la implicatura omisiva en acertijos testimoniales y consiste de las etapas siguientes:

- Primero, debemos seleccionar y resolver el acertijo utilizando algún método, en esta parte enfatizamos la etapa de *análisis del problema* de acuerdo a lo señalado por Polya (Polya, 2004).
- Posteriormente, resolvemos el acertijo con ayuda de la formalización de enunciados y programación de conjuntos respuesta.
- Como parte del procedimiento, seleccionamos y aplicamos la regla semántica para generar los modelos correspondientes.
- Finalmente, contestamos las preguntas clave.

PRECONDICIONES	PROCESO	PREGUNTAS CLAVE
<ul style="list-style-type: none"> • Selección de acertijo con testimonio • Formalización de testimonios y reglas con sentido común de acuerdo al contexto • Solución del problema con Programación de conjunto respuesta 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección de tipo de silencio u omisión 2. Modelado de la omisión y/o sus variantes 3. Analisis y retroalimentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los casos tienen solución? • La solución al acertijo original está contenida en el conjunto de modelos ? •Cuál es la consecuencia del silencio aplicado?

FIGURA 4.2: Metodología aplicada en Acertijos Testimoniales.

4.3.2. Diálogo

Diálogo es una *plática entre dos o más personas, que alternativamente manifiestan sus ideas o afectos* según la Real Academia Española (Española y Madrid, 2001). También, un diálogo es un sistema comunicativo entre dos o más personas o agentes cuya conversación tiene un fin común respetando el Principio Cooperativo.

Para hacer la interpretación lógica de la implicatura omisiva (silencio) en el marco de un diálogo es imprescindible considerar el contexto. Con el objeto de iniciar este estudio utilizaremos entrevistas en contextos de psicoterapia, policiacas o juegos de diálogo. Se puede intervenir el código fuente de un sistema de diálogo para gestionar la implicatura omisiva.

El estudio de los diálogos corresponde a los llamados *Cara a cara* como fue descrito en la Clasificación de la fig. 4.1. En este caso no se hace uso de la semántica propuesta, sin embargo es utilizado el contexto para interpretar el silencio de forma *afirmativa, negativa o no determinada*, en otros casos mediante el uso de *bases de conocimientos* para hacer la interpretación correspondiente.

Con fines de evaluación se debe verificar que el sistema de diálogo correspondiente, no pierda la comunicación, que se haga la gestión del silencio para la toma de decisiones y que el proceso del diálogo concluya correctamente.

La fig. 4.3 muestra las etapas a cubrir en la interpretación de la implicatura omisiva en interacciones dialógicas. Dichas etapas son las siguientes:

- Identificar los puntos de interacción dialógica.
- Insertar una condicional lógico-temporal para la atención de la respuesta omisiva.
- Modelar la interacción dialógica.
- Contestar las preguntas con fines de evaluación.

CONTEXTO Y PRECONDICIONES	PROCESO	EVALUACION
<ul style="list-style-type: none"> • Programa fuente y selección de diálogo • Mapas, objetivos y tareas • Formalización de declaraciones • Programación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. INICIO de Diálogo 2. Ciclo de interacciones: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Intervención aleatoria en interacción 2.2. Inserción de omisión con su interpretación 2.3. Reestablecer interacción 3. FIN de Diálogo 	<ul style="list-style-type: none"> • Se pierde la secuencia del diálogo? • El programa resuelve la omisión? • Finaliza con éxito el diálogo? <p>Métrica:</p> <p>Porcentaje de éxito</p>

FIGURA 4.3: Metodología aplicada en Interacciones Dialógicas.

Estaba arreglando los ajuares
cuando
de repente
caí por la hendidura del silencio.

(agb)

Capítulo 5

Entornos experimentales

Para iniciar el estudio de la omisión hemos seleccionado dos contextos donde el silencio intencional puede tener consecuencias relevantes, dichos contextos son los testimonios y los diálogos. Para el caso de los testimonios utilizaremos *Acertijos testimoniales* que incluyen descripción, representación para encontrar la solución, análisis y conclusión. Para el caso de los diálogos generaremos *Interacciones dialógicas* que incluyen condicionales lógico-temporales.

5.1. Testimonio

Tanto *el derecho a guardar silencio* como *el que calla otorga* son dos formas popularmente conocidas de recurrir al silencio con un objetivo específico. El contexto testimonial nos ayudará a estudiar las consecuencias lógicas de este tipo de silencio. Los casos de estudio que elegimos son acertijos lógico-lingüísticos. La solución de acertijos puede tener repercusiones prácticas, para nuestra investigación, los acertijos que contienen enunciados en lenguaje natural son los idóneos como casos para el estudio de los testimonios debido a que se usa un lenguaje limitado, el cual podría ser formalizado mediante predicados para su análisis e interpretación lógica.

Seleccionamos acertijos que nos permitan modelar la omisión de enunciados o testimonios, así como el impacto sobre la selección de presuntos culpables en los casos que corresponda. A continuación se presentan algunos ejemplos de ellos.

5.1.1. De Compras (Wylie, 1957).

Descripción:

Durante el verano en Luncyville, la zapatería cierra todos los lunes, la ferretería cierra todos los martes, la tienda de comestibles cierra todos los jueves y el banco solo abre los lunes, miércoles y viernes. Todo, por supuesto, está cerrado los domingos.

Una tarde, la Sra. Abbott, la Sra. Briggs, la Sra. Culver y la Sra. Denny fueron de compras juntas, cada una a un lugar diferente. En su camino dejaron caer las siguientes observaciones:

Sra. Abbott: La Sra. Denny y yo queríamos ir a principios de semana, pero no había un día en el que ambas pudiéramos ocuparnos de nuestras compras.

Sra. Briggs: No quería venir hoy, pero mañana no podría hacer lo que tengo que hacer hoy.

Sra. Culver: Podría haber ido ayer o anteayer tan bien como hoy.

Sra. Denny: También me hubiera convenido ayer o mañana.

¿Qué lugar tenía que visitar cada mujer en la ciudad?

Representación:

Dada la cantidad de información que contiene el acertijo utilizaremos un *Infograma* debido a que las piezas de información se muestran a través de símbolos y la relación entre ellas se muestra gráficamente facilitando su análisis. Un ejemplo de este tipo de representación se muestra en la fig. 5.1.

Análisis:

Las condiciones de las tiendas están distribuidas en una tabla con los días de la semana, la información que se proporciona de manera explícita y la información que se infiere de la implicatura omisiva. Las condiciones de las señoras involucradas en el acertijo están representadas por figuras geométricas, excepto la de la Sra. Abbott. El infograma 5.1 muestra la información completa.

Acomodando las figuras en la tabla encontramos que hay dos días donde se pueden acoplar, siendo estos el miércoles y el viernes. Sin embargo, debido al mensaje expresado por la Sra. Abbott la solución única es el día miércoles (fig. 5.2).

E – Conocimiento explícito I - Implicatura ○ Abierto ● Cerrado

TIENDA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Zapatería	●E	○I	○I	○I	○I	○I	●E
Ferretería	○I	●E	○I	○I	○I	○I	●E
Abarrotes	○I	○I	○I	●E	○I	○I	●E
Banco	○E	●I	○E	●I	○E	●I	●E

Sra. Abbott I - miércoles Sra. Briggs

*	●
---	---

Sra. Culver

○	*
---	---

 Sra. Denny

◁	*	▷
---	---	---

FIGURA 5.1: Precondiciones y símbolos para enunciados.

TIENDA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Zapatería	●E	○I	○I	○I	○I	○I	●E
Ferretería	○I	●E	○I	○I	○I	○I	●E
Abarrotes	○I	○I	○I	●E	○I	○I	●E
Banco	○E	●I	○E	●I	○E	●I	●E

Modelos	Abbott	Briggs	Culver	Denny
1	Ferretería	Banco	Abarrotes	Zapatería

FIGURA 5.2: Solución del puzzle *De Compras*.

Nos preguntamos: ¿Qué sucedería si alguna de las señoras hubiese preferido callar?

En el caso de la Sra. Abbott, como mencionamos anteriormente, se obtienen dos posibles días, los días miércoles y viernes. Sin embargo, dentro del mismo viernes hay dos posibilidades para intercambiar tiendas entre las Sras. Culver y Denny (ver fig. 5.3).

Si la Sra. Briggs omite su enunciado tiene la posibilidad de intercambiar de tienda con la Sra. Abbott en el mismo día miércoles como se puede ver en la fig. 5.4

TIENDA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Zapatería	ⓔ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	ⓔ
Ferretería	Ⓛ	ⓔ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	ⓔ
Abarrotes	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	ⓔ	Ⓛ	Ⓛ	ⓔ
Banco	ⓔ	Ⓛ	ⓔ	Ⓛ	ⓔ	Ⓛ	ⓔ

Modelos	Abbott	Briggs	Culver	Denny	Día
1	Ferretería	Banco	Abarrotes	Zapatería	miércoles
2	Abarrotes	Banco	Zapatería	Ferretería	viernes
3	Abarrotes	Banco	Ferretería	Zapatería	viernes

FIGURA 5.3: Omisión del enunciado de la Sra. Abbott.

TIENDA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Zapatería	ⓔ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	ⓔ
Ferretería	Ⓛ	ⓔ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	ⓔ
Abarrotes	Ⓛ	Ⓛ	Ⓛ	ⓔ	Ⓛ	Ⓛ	ⓔ
Banco	ⓔ	Ⓛ	ⓔ	Ⓛ	ⓔ	Ⓛ	ⓔ

Modelos	Abbott	Briggs	Culver	Denny
1	Ferretería	Banco	Abarrotes	Zapatería
2	Banco	Ferretería	Abarrotes	Zapatería

FIGURA 5.4: Omisión del enunciado de la Sra. Briggs.

En ausencia del enunciado de la Sra. Culver tenemos dos soluciones debido al posible intercambio de tiendas con la Sra. Abbott como se puede ver en fig. 5.5.

La omisión del enunciado de la Sra. Denny le abre la posibilidad de visitar la zapatería o la ferretería, abriéndole también la misma posibilidad a la Sra. Abbott (fig. 5.6).

Este acertijo es un ejemplo de la interpretación que hacemos de manera natural cuando hay omisiones de información y sabemos que debemos tomar decisiones con lo que tenemos.

Como podemos observar en las tablas de modelos hay omisiones que abren más posibilidades que otras, esas son las consecuencias del silencio.

Conclusión:

Hay 4 mujeres que van de compras juntas y cada una quiere visitar una tienda diferente. Cada tienda tiene sus horarios y cada señora marca sus condiciones. Este rompecabezas trata de saber el día y la tienda en la que cada dama debe hacer sus compras. La solución es única. Generamos modelos aplicando el Silencio Defensivo Total (SDT) y mostramos las posibilidades que se abren, donde la mayoría de los casos tienen dos modelos o soluciones y sólo uno tiene tres, lo que indica que el silencio de una persona puede tener más impacto que otras al abrir un rango más amplio para la toma de decisiones.

TIENDA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Zapatería	E	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	E
Ferretería	⊖	E	⊖	⊖	⊖	⊖	E
Abarrotes	⊖	⊖	⊖	E	⊖	⊖	E
Banco	E	⊖	⊖	⊖	E	⊖	E

Modelos	Abbott	Briggs	Culver	Denny
1	Ferretería	Banco	Abarrotes	Zapatería
2	Abarrotes	Banco	Ferretería	Zapatería

FIGURA 5.5: Omisión del enunciado de la Sra. Culver.

TIENDA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Zapatería	E	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	E
Ferretería	⊖	E	⊖	⊖	⊖	⊖	E
Abarrotes	⊖	⊖	⊖	E	⊖	⊖	E
Banco	E	⊖	⊖	⊖	E	⊖	E

Modelos	Abbott	Briggs	Culver	Denny
1	Ferretería	Banco	Abarrotes	Zapatería
2	Zapatería	Banco	Abarrotes	Ferretería

FIGURA 5.6: Omisión del enunciado de la Sra. Denny.

5.1.2. Envenenamiento (Wylie, 1957).

Descripción:

En este acertijo se plantea un enigma relacionado con el asesinato de una persona, donde se puede suponer que un oficial solicita y registra el testimonio de tres sospechosos:

Cuatro hombres estaban cenando juntos en un restaurante cuando uno de ellos de repente se puso de pie con dificultad, gritó Me han envenenado y cayó muerto. Sus compañeros fueron detenidos en el acto y bajo interrogatorio hicieron las siguientes declaraciones, de las cuales exactamente una es falsa en cada caso:

Watts:

- 1) Yo no lo hice.
- 2) Estaba sentado junto a O'Neil.
- 3) Hoy tuvimos nuestro camarero (waiter) habitual.

Rogers:

- 1) Estaba sentado al otro lado de la mesa frente a Smith.
- 2) Hoy tuvimos un nuevo camarero.
- 3) El camarero no lo hizo.

O'Neil:

- 1) Rogers no lo hizo.
- 2) Fue el camarero quien envenenó a Smith.
- 3) Watts mintió cuando dijo que hoy teníamos nuestro camarero habitual.

Suponiendo que solo los compañeros de Smith y el camarero están implicados. ¿Quién fue el asesino?

Representación:

Aquí utilizamos la representación matricial, así como una estructura de árbol de decisiones. El uso de tablas y/o matrices es una de las representaciones básicas más utilizadas para clasificar, ordenar y mostrar la información de manera organizada. En la fig. 5.10 tenemos un ejemplo de esta representación.

Análisis:

Para encontrar la solución de *Envenenamiento*, se usa una matriz donde las posibilidades se descartan mientras se respeta la restricción de que solo una declaración (S) de cada sospechoso es falsa. La combinación de valores de certeza Falso (F) y Verdadero (T), sin contradicción, permite llegar a la solución donde O'Neil es el culpable, como se presenta en el cuadro 5.1.

CUADRO 5.1: Solución original del acertijo *Envenenamiento*.

Sospechoso	S ₁	S ₂	S ₃
Watts	T	T	F
Rogers	F	T	T
O'Neil	T	F	T

Utilizamos el predicado $Says(x, y, 1/0)$, como se definió anteriormente, con un tercer parámetro que afirma (1) o niega (0) la aseveración (y), según el enunciado original. Este predicado se interpreta en el sentido de la implicatura conversacional de Grice.

Las declaraciones se representan de la siguiente manera:

$W_1.says(watts, murderer(watts), 0)$.

$W_2.says(watts, sitting_next(watts, oneil), 1)$.

$W_3.says(watts, new(waiter), 0)$.

$R_1.says(rogers, sitting_next(rogers, smith), 0)$.

$R_2.says(rogers, new(waiter), 1)$.

$R_3.says(rogers, murderer(waiter), 0)$.

$O_1.says(oneil, murderer(rogers), 0)$

$O_2.says(oneil, murderer(waiter), 1)$

$O_3.says(oneil, new(waiter), 1)$

A partir de este conjunto de afirmaciones, podemos identificar fácilmente las siguientes contradicciones:

$\{W_3, R_2\} \vdash \perp$, $\{R_3, O_2\} \vdash \perp$ y $\{W_3, O_3\} \vdash \perp$

Si un agente que investiga un caso se enfrenta al silencio total o parcial de uno o más de los involucrados, no puede contar con sus testimonios. Entonces, para nuestro caso de estudio, tenemos que eliminar la declaración de esas personas, como un acto defensivo de parte de ellos.

Entonces, si ignoramos por un momento la restricción del acertijo original, es decir, que una de las declaraciones es falsa, y asumimos que alguien decide protegerse permaneciendo en silencio, para proceder tenemos que considerar a cada persona que da testimonio, silenciarlo, es decir, tomar en consideración un Silencio Defensivo Total (SDT). Esto no conduce a una solución, dadas las contradicciones que surgen, como se muestra abajo:

1. Cuando Watts es silenciado: $\{R_3, O_2\} \vdash \perp$
2. Cuando Rogers es silenciado: $\{W_3, O_3\} \vdash \perp$
3. Cuando O'Neil es silenciado: $\{W_3, R_2\} \vdash \perp$

Sin embargo, recordando la restricción central que requiere considerar declaraciones en pares, podemos explorar las combinaciones, como se muestra en la figura 5.7, para el SDT de Rogers. En este árbol, podemos observar casos donde se pueden alcanzar posibles soluciones, como W_1W_2 con O_1O_2 , y otros que conducen a contradicciones, como W_1W_3 con O_1O_3 .

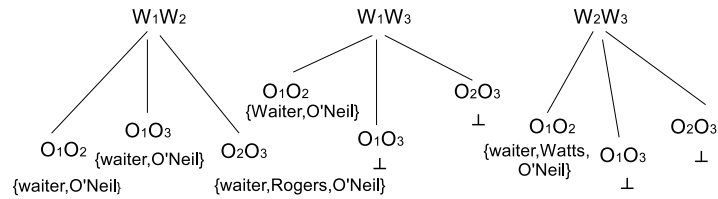


FIGURA 5.7: Combinación de pares para el SDT de Rogers.

La principal limitación del acertijo permite diseñar una estrategia basada en el Silencio Defensivo Parcial (SDP) para llegar a soluciones. Tenemos que silenciar una o dos de cada tres declaraciones de cada uno de los tres involucrados en el envenenamiento. Tendremos un total de 216 (6^3) combinaciones posibles, donde una de ellas se presenta en la fig. 5.8. Sin embargo, podemos reducir el número a 3^3 tomando pares, por ejemplo, analizando Watts, podemos notar que el SDP para W_1 y el SDP para W_2 no tienen solución debido a contradicciones. Por otro lado, el SDP para W_3 tiene modelos que incluyen la solución al acertijo original y cuya ruta es la línea punteada en el árbol de la fig. 5.9, donde las declaraciones omitidas son aquéllas que resultaron falsas en la solución del acertijo original, es decir, W_3 de Watts, R_1 de Rogers y O_2 de O'Neil.

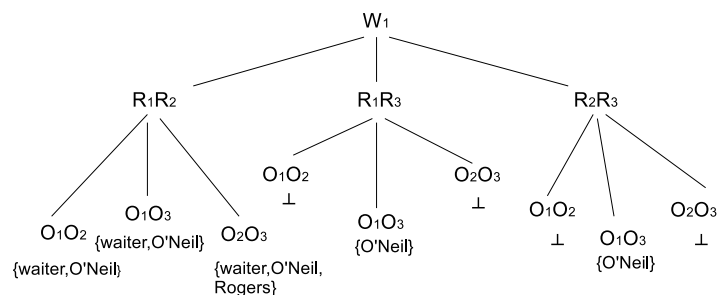


FIGURA 5.8: SDP para los enunciados 2 y 3 de Watts.

Hay una relación entre los enunciados falsos y la omisión de donde surge otra forma de encontrar a O'Neil como causante del envenenamiento, además reemplazando la declaración R_2 por R_1 , que es falsa pero no contradice ninguna otra declaración también llegamos a la solución. Nótese que los otros modelos alcanzados en

el análisis (hojas de no contradicción en el árbol de la fig. 5.9) involucran, además de O'Neil, al camarero (waiter).

Como consecuencia de aplicar el silencio defensivo parcial SDP, en este acertijo, llegamos a la solución resumida en el cuadro 5.2.

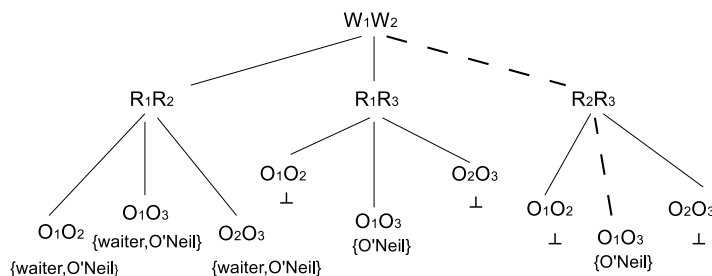


FIGURA 5.9: SDP para el enunciado 3 de Watts.

CUADRO 5.2: Nueva solución para el acertijo *Envenamiento*.

Sospechoso	S_1	S_2
Watts	W_1	W_2
Rogers	R_1/R_2	R_3
O'Neil	O_1	O_3

Conclusión:

En este acertijo se trata de saber quién envenenó a una persona durante una cena y hay tres testigos cuyo testimonio consta de tres declaraciones cada uno. Lo que hace que este acertijo sea especial es que una declaración de cada sospechoso es falsa. Aplicamos el Silencio Defensivo Parcial (SDP) a los testimonios de los testigos y demostramos que con la omisión de las declaraciones que son falsas también se encuentra la solución y se reduce en una columna la representación de la misma.

5.1.3. Criminal (Wylie, 1957).

Descripción:

En una ocasión, tres hombres fueron arrestados por un crimen que sin lugar a dudas había sido cometido por uno de ellos.

El interrogatorio preliminar reveló el hecho curioso de que uno de los sospechosos era un juez muy respetado, otro un ciudadano promedio y el otro un delincuente notorio. En lo que sigue, los tres sospechosos, serán referidos como Brown, Jones y Smith, aunque no necesariamente en ese orden. Cada hombre hizo dos declaraciones a la policía, que estaba en funciones:

- Brown: Yo no lo hice. Jones no lo hizo;*
- Jones: Brown no lo hizo. Smith lo hizo;*
- Smith: Yo no lo hice. Brown lo hizo.*

Investigaciones posteriores mostraron, como era de esperar, que ambas declaraciones hechas por el juez eran verdaderas, ambas declaraciones hechas por el ladrón eran falsas, y de las dos declaraciones hechas por el ciudadano promedio, una era verdadera y la otra falsa.

¿Cuál de los tres hombres es el juez, cuál el ciudadano promedio y cuál el ladrón?
¿Quién es el criminal?

Representación:

También en este caso es idóneo utilizar la representación matricial.

Análisis:

El acertijo, en su parte final, se puede formular de manera más *natural* de la siguiente manera:

Todas las personas involucradas dicen la verdad excepto, posiblemente, el criminal. ¿Quién cometió el crimen?

Para analizar las soluciones de estas dos versiones, se realiza la siguiente representación lógica de los testimonios:

$b_1 : \text{says}(\text{brown}, \text{innocent}(\text{brown}), T).$
 $b_2 : \text{says}(\text{brown}, \text{innocent}(\text{jones}), T).$
 $j_1 : \text{says}(\text{jones}, \text{innocent}(\text{brown}), T).$
 $j_2 : \text{says}(\text{jones}, \text{innocent}(\text{smith}), F).$
 $s_1 : \text{says}(\text{smith}, \text{innocent}(\text{smith}), T).$
 $s_2 : \text{says}(\text{smith}, \text{innocent}(\text{brown}), F).$

Para resolver el acertijo debemos tener en mente los siguientes enunciados en conflicto: $\{b_1, s_2\} \vdash \perp$, $\{j_1, s_2\} \vdash \perp$ y $\{j_2, s_1\} \vdash \perp$.

La figura 5.10-i presenta el testimonio de los sospechosos representados con el predicado $\text{Says}(x, \text{innocent}(y), T/F)$ definido previamente.

La figura 5.10-ii muestra la solución al rompecabezas original. Este resultado se encuentra basado en las condiciones previas de la finalización original por prueba y error. La solución es única y resulta que *Brown es el criminal*. Además que:

1. Smith es el juez.
2. Brown es el ciudadano común.
3. Jones es el ladrón.

Nuestro interés es conocer las implicaciones de la omisión de un testimonio o del silencio en el contexto del caso de estudio, es decir, si al considerar el silencio en lugar de las declaraciones falsas, también podemos llegar a una solución al acertijo, al analizar la terminación alternativa o natural (segunda versión) del acertijo del caso de estudio. Bajo este supuesto, la solución al acertijo varía, donde *el criminal resulta ser Smith*, como se ilustra en la fig. 5.10-iii.

Con la segunda versión describimos y exploramos las dos variantes de Silencio Defensivo y una de Silencio Condescendiente relacionada con el contexto de interés. Para ambos casos, examinamos sus consecuencias.

Considerando el Silencio Defensivo Total (SDT), para cada persona que da su testimonio, obtenemos los presuntamente culpables, es decir, como resultado del silencio de una o más personas, podemos examinar quién se convierte en candidato a culpable.

El cuadro 5.3 incluye los posibles resultados (culpables) si los sospechosos deciden omitir intencionalmente sus testimonios. Se puede observar que el perpetrador puede ser cualquiera dependiendo de quien calla. Los siguientes comentarios son pertinentes para las diferentes posibilidades:

<i>innocent</i>	Brown	Jones	Smith
Brown	T	T	-
Jones	T	--	F
Smith	F	--	T

i. Testimonial SaysMatrix

	Brown	Jones	Smith
Brown	F	T	-
Jones	F	--	F
Smith	T	--	T

ii. Original puzzle solution

	Brown	Jones	Smith
Brown	T	T	-
Jones	T	-	T
Smith	F	-	F

iii. Natural puzzle solution

FIGURA 5.10: Matriz Say y soluciones del acertijo *El Criminal*.

CUADRO 5.3: Modelos del SDT por cada agente.

Omite testimonio	Presunto culpable
{}	{smith}
Brown	{smith, jones}
Jones	{smith, brown}
Smith	{smith}

1. El primer caso coincide con el testimonio completo, es decir, cada sospechoso proporciona su declaración y Smith emerge como culpable.
2. Si Brown permanece en silencio, cualquiera de los otros sospechosos puede ser el perpetrador.
3. Cuando Jones permanece callado, cualquiera de los otros dos sospechosos puede ser culpable.
4. Smith es culpable incluso si trata de protegerse con el silencio.

En el SDT, prescindimos de todas las declaraciones de un testigo en particular, sin embargo, puede suceder que un testigo decida revelar solo una parte de su versión. Este es el caso de un Silencio Defensivo Parcial (SDP). En este escenario, ahora podemos preguntarnos: ¿Qué parte del testimonio podría ser conveniente silenciar en el caso de los sospechosos? ¿Quién sería el culpable en caso de que alguna persona decida permanecer parcialmente en silencio? ¿Qué posibilidades tendría cada uno de los sospechosos si, antes de dar su alegato, tuviera acceso al testimonio de los demás?

Al detallar el análisis SDP, como se muestra en el cuadro 5.4, podemos observar que ningún predicado por sí solo tiene la capacidad decisiva de generar otro posible culpable, ya que solo hay un modelo en todos los casos.

CUADRO 5.4: Modelo del Silencio Defensivo Parcial.

Enunciado omitido	Presunto culpable
b_1	{smith}
b_2	{smith}
j_1	{smith}
j_2	{smith}
s_1	{smith}
s_2	{smith}

¿Existe una relación entre el silencio y las declaraciones falsas?. Como podemos observar en el cuadro 5.5, en el contexto del caso de estudio, se esconde más información detrás del silencio y se abren más posibilidades, donde Smith es el agente común en todos los casos dado que es el culpable en la variante natural del acertijo.

CUADRO 5.5: Silencios Defensivos combinados.

Línea	Total	Parcial	Presunto(s) culpable(s)
1	Brown	j_1	{smith, jones}
2		j_2	{smith, jones}
3		s_1	{smith, jones}
4		s_2	{smith, jones}
5	Jones	s_1	{smith, brown}
6		s_2	{smith, brown}
7		b_1	{smith, brown}
8		b_2	{smith, brown}
9	Smith	b_1	{smith}
10		b_2	{smith, jones}
11		j_1	{smith, Brown}
12		j_2	{smith}

En la solución del acertijo en su versión original (como se muestra en la fig. 5.10-ii), Jones es quien declaró dos afirmaciones falsas (j_1 y j_2) y Brown solo la primera (b_1), estos corresponden al silencio defensivo total de Jones y un silencio defensivo parcial de Brown, como podemos notar en la fila 7 de el cuadro 5.5 donde, de los dos modelos que se obtienen, uno es la solución al acertijo con su versión original (Brown) y el otro, Smith, es la solución al acertijo en la versión natural.

Conclusión:

Este acertijo consiste en encontrar al criminal que es uno de los 3 sospechosos que expresan su testimonio compuesto por dos declaraciones cada uno. Lo que hace interesante este acertijo es que uno de los sospechosos dice dos verdades; otro dice una verdad y una mentira; y el último dice dos mentiras. Aquí presentamos la representación matricial testimonial. Con este acertijo mostramos que existe una relación entre las declaraciones falsas y la omisión. Aplicamos el SDT al sospechoso que dice dos mentiras y el SDP al que dice una mentira mostrando que la solución al acertijo está incluida en los dos modelos generados.

5.1.4. La prueba de los 5 discos (Tahan, 2016).

Descripción:

... tres Príncipes cuyos nombres han sido perpetuados por la tradición: Aradin (A), Benefir (B) y Comozan (C) fueron llevados al palacio. El derviche, mostrándoles cinco discos de madera muy fina, dijo: - Aquí hay cinco discos. Dos de ellos son negros y tres blancos. Todos son del mismo tamaño y peso idéntico, y solo se distinguen por el color. Inmediatamente después, un paje vendó cuidadosamente los ojos de los tres príncipes, para que no pudieran ver la más mínima sombra. El viejo derviche tomó al azar tres de los cinco discos y colgó uno en la espalda de cada uno de los pretendientes. Entonces el derviche dijo: - Cada uno de ustedes tiene un disco colgado en la espalda cuyo color ignora. Serán interrogados uno tras otro. Quien descubra el color del disco que cayó en su suerte, será declarado ganador y se casará con la bella Dahizé. El primer interrogado podrá ver los discos de los otros dos competidores. El segundo podrá ver el último disco. Y el tercero tendrá que formular su respuesta sin ver nada. Quien dé la respuesta verdadera, para demostrar que no fue favorecido por el azar, deberá justificarla mediante un razonamiento riguroso, metódico y sencillo. ¿Quién quiere ser el primero?

El príncipe Comozan respondió rápidamente: - ¡Quiero ser el primero! ...

"¡Quiero ser el segundo!" Declaró el príncipe Benefir, tras el fracaso del primero.

El tercer competidor, el príncipe Aradín cuando el rey anunció la derrota del segundo pretendiente, se acercó al trono con los ojos aún vendados y dijo en voz alta cuál era el color exacto de su disco: - ¡El disco es blanco!

¿Cuál fue el razonamiento que siguió el príncipe Aradín para acertar con el color de su disco?

Representación:

En este caso es utilizado un árbol de decisión.

Análisis:

Hay dos premisas que apoyan el acertijo, una es el hecho de que *los príncipes son muy inteligentes* y la otra es que el color del disco del príncipe en cuestión debe tener una *explicación lógica* y no debida al azar. Con base en estas premisas, la única posibilidad de que el príncipe C sea declarado ganador es cuando ve dos discos negros en la espalda de sus oponentes, de modo que pueda afirmar que su disco es blanco (ver subárbol 1 de la fig. 5.11), si no, la oportunidad será para el príncipe B. El segundo príncipe agrega a su información que C no vio dos discos negros además de ver el color del disco que tiene A, para que B pueda dar su explicación lógica sólo existe la posibilidad de que A tenga un disco negro y así poder afirmar que su disco es blanco (ver subárbol 2 de la fig. 5.11), de lo contrario, será el turno del último príncipe.

Si el príncipe A tiene la oportunidad, tendrá la siguiente información:

- C no vio dos discos negros
- B no vio un disco negro

Por lo tanto, A tiene un disco blanco como se muestra en la parte inferior del subárbol 2 de la fig. 5.11. En esta figura, las líneas gruesas representan las opciones ganadoras para los príncipes C, B y A.

Como afirma Johann Kaspar Lavater (1741-1801), filósofo, poeta y teólogo suizo: *Si quieres ser sabio, aprende a cuestionar razonablemente, a escuchar con atención, a responder con calma y a estar en silencio cuando no tengas nada que decir.* El silencio de uno

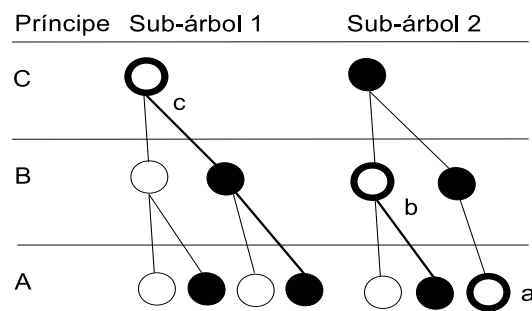


FIGURA 5.11: Posible asignación de discos a príncipes.

de los príncipes en el contexto de la prueba de los cinco discos proporciona información y permite al príncipe o príncipes que aún se encuentran en el desafío, hacer inferencias o implicaturas a partir de él.

En lugar de las respuestas incorrectas de los príncipes C y B, consideramos la interpretación de su silencio para modelarlo en términos de programación lógica.

Suponiendo que Comozan y Benefir permanezcan en silencio y, en consecuencia, no proporcionen ninguna respuesta. Luego, usando el predicado *Says* como se ha definido anteriormente, después de ejecutar el programa correspondiente, el resultado obtenido es:

```
Resolviendo ...
Respuesta 1
says(aradin, blanco)
SATISFIABLE
```

Modelos: 1

La consecuencia del silencio de Comozan es:

```
Resolviendo ...
Respuesta 1
says(benefir, blanco)
SATISFIABLE
```

Modelos: 1

Y finalmente, cuando el príncipe Comozan no calla, obtenemos:



```
Resolviendo ...
Respuesta 1
says(comozan, blanco)
SATISFIABLE
```

Modelos: 1

En este caso de estudio, podemos llegar a las consecuencias lógicas del silencio para cada posibilidad utilizando el esquema del silencio defensivo total.

Conclusión:

Los protagonistas de este acertijo son 3 príncipes inteligentes que saben que hay 5 discos, de los cuales 3 son blancos y 2 son negros. Se toman tres discos al azar

Caballero	
Bribón	




Habitante	Modelo único
A	
B	
C	

FIGURA 5.12: Símbolos y solución del acertijo *Caballeros y bribones*.

y se cuelga cada uno en la parte posterior (espalda) de cada uno de los príncipes formados en una sola fila. El primero ve dos discos al frente, el segundo ve uno y el tercero ninguno y con lo que ven deben decidir la respuesta a: ¿De qué color es el disco que llevas puesto? Si un príncipe habla es porque tiene la explicación lógica, de lo contrario permanece en silencio. Obtener la solución correcta en cada uno de los tres casos.

5.1.5. Caballeros y bribones (Smullyan, 2012).

Descripción:

Hay muchas variantes para este acertijo, el utilizado aquí está formulado de la siguiente manera :

La Isla de los Caballeros (knights) y los Bribones (knaves) tiene dos tipos de habitantes: los caballeros, que siempre dicen la verdad, y los bribones, que siempre mienten. Un día, tres habitantes (A, B y C) de la isla se encontraron con un turista extranjero y le dieron la siguiente información sobre ellos:

- *A dijo que B y C son ambos caballeros.*
- *B dijo que A es un bribón y C es un caballero.*

¿Qué tipos de habitantes son A, B y C?

Representación:

Este acertijo tiene una representación basada en lógica. La formalización de enunciados mediante predicados permite utilizar dicha información como parte de una base de conocimiento que podría ser un recurso valioso para algunas aplicaciones de inteligencia artificial.

Análisis:

La solución al acertijo tal como está formulado es: *bribón(A), bribón(B), bribón(C)*.

Un programa lógico que resuelve este acertijo se puede encontrar en Syrjänen (Syrjänen, 2000).

En la fig. 5.12, mostramos una tabla que incluye la solución del problema original y los símbolos que usaremos a continuación para analizar las implicaciones del silencio.

Pasamos ahora a explorar lo que sucedería si uno de los habitantes permanece en silencio. Podemos asumir un silencio defensivo para analizar el silencio de cada

habitante a la vez (A o B), generando los modelos correspondientes. Este problema solo permite considerar un silencio defensivo total.

Los subconjuntos Says son:

$$\begin{aligned} X_A &= \{Says(a, knight(b)), Says(a, knight(c))\} \\ X_B &= \{Says(b, knave(a)), Says(b, knight(c))\} \end{aligned}$$

Reglas (Syrjänen, 2000):

```
2{knight(b),knight(c)}2 :- knight(a)
2{knave(a),knight(c)}2 :- knight(b)
```

Supongamos que a sea un caballero siempre y cuando b y c lo sean es equivalente a X_A , el *SDT* para el habitante A es:

$$P_A = P - X_A$$

Supongamos que b sea un caballero siempre y cuando a sea un bribón y c un caballero es equivalente a X_B , el *SDT* para el habitante B es:

$$P_B = P - X_B$$

Ahora, encontramos los modelos y analizamos los casos por separado:

1. Ejecutando el generador de modelos para P_A , obtenemos las soluciones siguientes:

```
Answer: 1
agent(a) agent(b) agent(c) knight(c) knave(a) knight(b)
Answer: 2
agent(a) agent(b) agent(c) knave(a) knave(c) knave(b)
Answer: 3
agent(a) agent(b) agent(c) knight(c) knave(b) knight(a)
Answer: 4
agent(a) agent(b) agent(c) knave(c) knave(b) knight(a)
SATISFIABLE
```

Se trata de cuatro modelos diferentes, que contienen la distribución de caballeros y bribones para cada uno de los tres habitantes o agentes. Como era de esperar, con menos información, las posibilidades se amplían. La Fig. 5.13 muestra esta distribución donde podemos notar que todo el mundo, en mayor o menor grado, tiene la posibilidad de ser un caballero. Analizando los cuatro modelos en términos de agentes, tenemos:

- En la primera fila, el Agente A, que está silenciado defensivamente, tiene la posibilidad de ser considerado un caballero, y de esta forma reduce a la mitad las posibilidades de ser un bribón.
 - Para el agente B (segunda fila) también se abre la posibilidad de ser considerado un caballero.
 - El agente C, al igual que A, distribuye sus posibilidades en dos y dos.
2. Al ejecutar el generador de modelos para P_B obtenemos nuevamente cuatro modelos. Sin embargo, estos modelos son diferentes a los obtenidos cuando el Agente A está en silencio. La fig. 5.14 muestra esta distribución donde podemos notar que:













Habitante	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
A				
B				
C				

FIGURA 5.13: Posibilidades con el Silencio Defensivo del Agente A.













Habitante	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
A				
B				
C				

FIGURA 5.14: Posibilidades con el Silencio Defensivo del Agente B.

- Surge un modelo en el que cada agente podría considerarse un caballero.
- Para el Agente A, se abre la posibilidad de ser considerado un caballero.
- En la segunda fila, el Agente B, que está silenciado defensivamente, abre opciones para ser un caballero, y de esta manera reduce a la mitad las posibilidades de ser un bribón.
- El agente C, ahora de manera similar a B, distribuye sus posibilidades en dos y dos.

Otra solución alternativa, es la que se compone de los pasos siguientes:

1. Agentes: a, b and c. Predicado: says. Términos: knight and knave.
2. De la declaración de los agentes se obtienen las siguientes afirmaciones expresadas en términos del predicado Says:

```
says(a,knight(b)).
says(a,knight(c)).
says(b,knave(a)).
says(b,knight(c)).
```

3. Definiciones y conocimiento con sentido común:

```
knave(P) :- agent(P), says(P,S), S==False.
knight(P) :- agent(P), not knave(P).
1{knight(P);knave(P)}1 :- agent(P).
:- knave(a),knight(b),knight(c).
:- knave(b),knave(a),knight(c).
```

4. Dado que las declaraciones de A y B difieren, el silencio a considerar es el Defensivo.
5. Ejecución de los programas correspondientes, uno a la vez.

```
t_def_silence(knight-knave.pl,a)
t_def_silence(knight-knave.pl,b)
```

6. Obtención de los modelos o conjuntos respuesta, uno a la vez.

```
clingo 0 knight-knave-tds-a.pl
clingo 0 knight-knave-tds-b.pl
```

7. La solución al acertijo formulado es: $knave(a)$, $knave(b)$, $knave(c)$.

Con el silencio defensivo de A, obtenemos:

- $knave(b)$, $knight(a)$, $knave(c)$.
- $knave(b)$, $knight(a)$, $knight(c)$.
- $knave(b)$, $knave(a)$, $knave(c)$.

Con el silencio defensivo de B, obtenemos:

- $knave(a)$, $knave(b)$, $knave(c)$
- $knave(a)$, $knave(b)$, $knight(c)$
- $knave(a)$, $knight(b)$, $knave(c)$

En ambos escenarios analizados, obtuvimos la solución del acertijo original, es decir, los tres habitantes son bribones. Podemos notar que en el planteamiento del acertijo, el agente C no brinda testimonio y se beneficia indistintamente, con el silencio defensivo de los habitantes A o B. Podemos interpretar aquí un silencio no intencional. Entonces el habitante C, que no participa en un acto de habla ni en un acto de silencio, aparece de la misma forma en los modelos generados por P_A o P_B . Considerar el silencio en este acertijo llevó a concluir que el silencio defensivo total beneficia al agente que lo practica.

Conclusión:

Hay 3 habitantes de una Isla que expresan un calificativo con respecto a los otros 2 y se trata de saber quién es caballero y quién bribón. Aplicando nuestra semántica de la omisión, mostramos las posibilidades que se abren o de cómo alguien que era un bribón ahora puede ser un caballero y viceversa, alguien que era un caballero ahora puede ser un bribón recurriendo al silencio.

5.1.6. Misterio (Gelfond y Kahl, 2014).

Descripción:

Este acertijo incluye testimonios de diferentes personas, y permite explorar nuestras interpretaciones del silencio. En el acertijo *Misterio* se plantea un problema relacionado con el asesinato de una persona, donde se puede suponer que un juez solicita y registra el testimonio de tres sospechosos:

Vinny ha sido asesinado Andy, Ben y Cole son sospechosos.

Andy dice que no lo hizo. Dice que Ben era amigo de la víctima pero que Cole la odiaba.

Ben dice que estaba fuera de la ciudad el día del asesinato y, además, ni siquiera conocía al tipo.

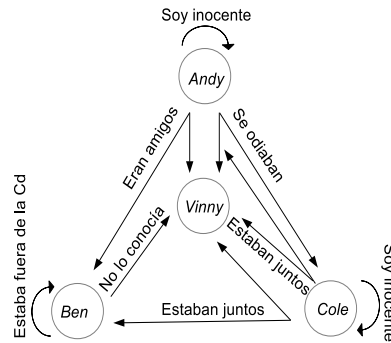
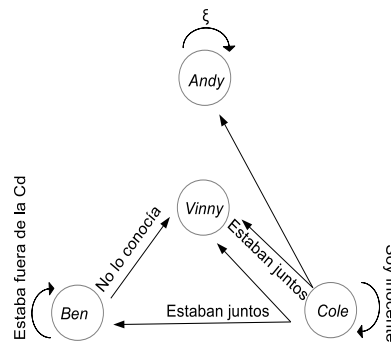
FIGURA 5.15: Grafo SAYS para el acertijo *Misterio*.

FIGURA 5.16: Grafo SAYS para el Silencio Defensivo de Andy.

Cole dice que es inocente y vio a Andy y Ben con la víctima justo antes del asesinato.

Representación: Para este caso utilizamos gráfos. Una estructura de gráfos contiene nodos (vértices) con partes de información unidos mediante arcos (flechas) que indican la relación entre las partes para formar el todo (Ejemplo: fig. 5.15).

Análisis:

Si un agente que investiga el caso se enfrenta al silencio de uno o más de los involucrados, no puede contar con sus testimonios. Entonces, tenemos que eliminar la declaración de esas personas, como regla. Expresando este tipo de silencio en el contexto de este acertijo; ¿Qué pasaría si el silencio con sentido común se presenta como una posibilidad? ¿A qué conclusiones puede llegar el interrogador o el juez si algunos de los sospechosos deciden permanecer callados intencionalmente?

Mediante la representación gráfica podemos ver cómo están las relaciones, por ejemplo, con el grafo 5.15 se representan los testimonios de los sospechosos.

Con el recurso del silencio el número de vínculos puede incrementar o disminuir. En la fig. 5.16 podemos ver la disminución en el número de enlaces con un SDT y en la fig. 5.17 vemos un incremento de vínculos con un Silencio Condescendiente (SC) que se caracteriza por *poner en boca de alguien lo que dicen los otros*.

En el cuadro 5.6 se muestran los modelos (presuntos culpables) que se generan para cada una de las posibilidades (persona silenciada) en el caso del SDT.

A nivel atómico, ¿cuál de los argumentos de cada uno de los sospechosos tiene más impacto en su silencio total? Es decir, podemos considerar los SDP. Aquí proporcionamos brevemente algunos resultados:

1. En el caso de Andy, con el silencio de su primera o segunda declaración el culpable puede ser Ben, con el silencio de la tercera, Cole también aparece

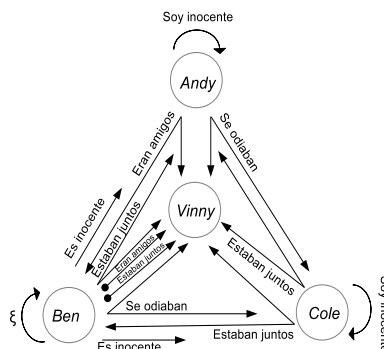


FIGURA 5.17: Grafo Says para el Silencio Defensivo de Ben.

CUADRO 5.6: Modelos para el Silencio Defensivo Total.

Omite testimonio	Presunto(s) culpable(s)
{}	{ben}
Andy	{cole, ben}
Ben	{cole, ben, andy}
Cole	{ben, andy}
Andy, Ben	{cole, ben, andy}
Ben, Cole	{cole, andy, ben}
Andy, Cole	{cole, ben, andy}
Andy, Ben, Cole	{cole, ben, andy}

como presunto culpable. El cuadro 5.7 detalla las consecuencias del silencio parcial de Andy.

CUADRO 5.7: Modelos SDP para Andy.

Enunciado omitido	Presunto(s) culpable(s)
says(andy, innocent(andy))	{ben}
says(andy, hated(cole,vinny))	{ben}
says(andy, friends(ben,vinny))	{ben, cole}

- Ben es el más afectado con su silencio, ya sea total o parcial, ya que sale en todos los modelos, como muestra el cuadro 5.8.
- Cole también puede decidir, sin inculparse a sí mismo, a quién señalar como culpable. El cuadro 5.9 muestra las posibles respuestas obtenidas.

El silencio condescendiente (SC) tiene una variante relacionada con el viejo dicho *el que calla otorga*. Esta semántica se refiere a la omisión del testimonio de la persona en su totalidad y a la inclusión de nuevas afirmaciones relacionadas con lo que implícitamente está asumiendo con su silencio. El cuadro 5.10 muestra las soluciones alcanzadas para el acertijo cuando una o varias personas son silenciadas bajo la interpretación de silencio condescendiente (SC). Nuevamente, la primera línea corresponde a la situación original donde todos han declarado, lo que lleva a Ben como culpable. Nótese que no hay modelo (solución) en los casos 2 y 4, donde se obtiene *Insatisfactorio (Unsatisfiable)*. Estas situaciones pueden interpretarse como que

CUADRO 5.8: Modelos SDP para Ben.

Enunciado omitido	Presunto culpable
says(ben,out-of-town(ben))	{andy, ben}
says(ben,know(ben,vinny))	{ben, cole}

CUADRO 5.9: Modelos SDP para Cole.

Enunciado omitido	Presunto culpable
says(cole,innocent(cole))	{ben}
says(cole,together(andy,vinny))	{ben}
says(cole,together(ben,vinny))	{andy, ben}

no existen pruebas para culpar a ninguno de los sospechosos, lo que posiblemente conduzca a la anulación del juicio. Entonces, bajo este esquema, Andy y Cole son los que podrían beneficiarse por permanecer en silencio. En los casos 5, 6 y 7, la persona que habla está fuera de sospecha. En este último caso, como se esperaba desde el sentido común, cuando todo el mundo está en silencio (nadie ha revelado ninguna información), cualquiera puede ser el culpable.

CUADRO 5.10: Modelos para el Silencio Condescendiente (SC).

Omite testimonio	Presunto(s) culpable(s)
{}	{ben}
Andy	Unsatisfiable
Ben	{ben}
Cole	Unsatisfiable
Andy, Ben	{ben, andy}
Ben, Cole	{ben, cole}
Andy, Cole	{cole, andy}
Andy, Ben, Cole	{cole, ben, andy}

La interpretación directa de Silencio Condescendiente parece poco intuitiva, principalmente cuando hay varias personas involucradas, ya que podrían existir declaraciones de otras personas que son desconocidas para quien calla. Por esta razón, el Silencio Pro-social es referido o relativo a algún otro agente que testifica, como se indica en la variante Pro+.

El cuadro 5.11 contiene las posibles combinaciones de los tres agentes. Nótese que esta interpretación genera modelos en todos los casos y conduce a un solo sospechoso en la mayoría de los casos, excepto cuando Ben recurre a este tipo de silencio. También podemos observar que Pro+ es más ventajoso para Ben que el SC.

Como complemento de Pro+, Pro- omite el testimonio de algún otro agente (testigo), posiblemente por su falta de confianza. El cuadro 5.12 detalla las consecuencias de esta variante de silencio si ocurre en el misterio.

Al igual que Pro+, Pro- genera modelos en cualquier circunstancia y conduce a un sospechoso en la mayoría de los casos. Sin embargo, los modelos del cuadro

CUADRO 5.11: Pro+ por agente.

Omite testimonio	Asumiendo la de	Presunto culpable
Andy	Ben	{cole}
Andy	Cole	{ben}
Ben	Andy	{cole, ben, andy}
Ben	Cole	{andy, ben, cole}
Cole	Andy	{ben}
Cole	Ben	{andy}

CUADRO 5.12: Pro- por agente.

Omite testimonio	Exceptuando a	Presunto culpable
Andy	Ben	{ben}
Andy	Cole	{cole}
Ben	Andy	{ben, andy}
Ben	Cole	{ben, cole}
Cole	Andy	{andy}
Cole	Ben	{ben}

5.12 difieren de los del cuadro 5.11, teniendo menos sospechosos cuando Ben decide permanecer en silencio. Nótese también que el agente que recurre a esta variante de silencio incrimina al agente de quien desconfía.

Conclusión:

El misterio consiste en encontrar al asesino de una persona para la que se dispone del testimonio de 3 sospechosos. Con este acertijo modelamos *el derecho a permanecer en silencio* a través de la semántica del SDT y analizamos el impacto que cada juicio tiene en la interpretación a través del Silencio Defensivo Parcial (SDP). Mostramos que el silencio defensivo protege a quien lo usa. Del mismo modo, modelamos *el silencio condescendiente*. Debido al aumento en el número de testimonios, el número de modelos se reduce y en algunos casos a cero. Con este acertijo diseñamos una estrategia de 4 etapas para aplicar la semántica del silencio intencional para su posible interpretación y consecuente toma de decisiones. Así mismo, propusimos una representación testimonial basada en gráficos.

5.1.7. El Fraude

Descripción:

Analicemos la siguiente historia:

En la empresa de alimentos orgánicos All Natural, se cometió un fraude relacionado con varios millones de pesos, y luego de entrevistar a los empleados, surgieron tres sospechosos: Andrew, Benedict y Charles. Una vez que se les lanzó la siguiente pregunta:

¿Qué sabes del fraude llevado a cabo contra la empresa All Natural?

La respuesta de cada sospechoso fue la siguiente:

Andrew: Yo no lo hice (a_1), Benedict no lo hizo (a_2).

Benedict: Andrew no lo hizo (b_1), Charles lo hizo (b_2).

Charles: Yo no lo hice (c_1). Andrew lo hizo (c_2).

La finalización del acertijo es:

innocent	Andrew	Benedict	Charles
Andrew	T	T	-
Benedict	T	-	F
Charles	F	-	T

i. Testimonial SaysMatrix

	Andrew	Benedict	Charles
Andrew	T	T	-
Benedict	T	-	T
Charles	F	-	F

ii. Riddle solution

FIGURA 5.18: Matriz Says y solución al acertijo *Fraude*.

Todas las personas involucradas dicen la verdad excepto, posiblemente, el defraudador.
¿Quién cometió el fraude?

Representación:

La representación que nos facilita encontrar la solución, por prueba y error, es la matricial. Sin embargo, debido a que podemos hacer la representación mediante un solo término (inocente) es directa la representación basada en lógica.

Análisis:

Tenemos la siguiente representación, basada en lógica, de testimonios:

- $a_1 : \text{says}(\text{Andrew}, \text{innocent}(\text{Andrew}), T).$
- $a_2 : \text{says}(\text{Andrew}, \text{innocent}(\text{Benedict}), T).$
- $b_1 : \text{says}(\text{Benedict}, \text{innocent}(\text{Andrew}), T).$
- $b_2 : \text{says}(\text{Benedict}, \text{innocent}(\text{Charles}), F).$
- $c_1 : \text{says}(\text{Charles}, \text{innocent}(\text{Charles}), T).$
- $c_2 : \text{says}(\text{Charles}, \text{innocent}(\text{Andrew}), F).$

Tenemos los enunciados en conflicto siguientes:

1. $\{a_1, c_2\} \vdash \perp$
2. $\{b_1, c_2\} \vdash \perp$
3. $\{b_2, c_1\} \vdash \perp$

Según los testimonios y las situaciones de conflicto, podemos encontrar la solución a través de prueba y error. La solución del acertijo en forma de matriz se presenta en la fig. 5.18, donde Charles es quien miente en su testimonio y resulta ser el estafador.

El siguiente ejercicio funciona bajo el supuesto de que uno de los sospechosos decide omitir su testimonio o información en alguna de las modalidades de silencio con relación a la pregunta:

¿Qué sabe del fraude realizado contra la empresa All Natural?

Entonces, de acuerdo a las declaraciones dadas por los involucrados representados en términos lógicos, podemos proceder a derivar algunas conclusiones empleando los recursos de la programación lógica. En particular, para generar los modelos lógicos que reflejan las consecuencias del silencio, utilizamos un paradigma de programación lógica llamado Programación de conjuntos respuesta (Gelfond y Kahl, 2014) a través del lenguaje Clingo. En el programa los nombres de los empleados aparecen en minúsculas porque son símbolos constantes y así lo requiere la sintaxis.

Luego de aplicar la regla semántica SDT y ejecutar el programa *Fraud.py*, obtenemos los modelos que se muestran en el cuadro 5.13, donde podemos observar en la primera fila la solución al acertijo y que corresponde al caso donde nadie calla. Los casos restantes muestran que el probable defraudador no es quien calla, excepto en el caso en que es el defraudador.

CUADRO 5.13: Modelo SDT por empleado.

Omite información	Presunto defraudador
{}	{charles}
Andrew	{charles, benedict}
Benedict	{charles, andrew}
Charles	{charles}

Con relación a la omisión de un testimonio, un empleado sospechoso podría decidir ocultar parcialmente su testimonio solo omitiendo la información que considere que puede comprometerlo. Ese es el razonamiento detrás del *Silencio Defensivo Parcial* (SDP) que, a diferencia del SDT, se puede omitir algún predicado.

La semántica de la regla SDP consiste en la falta de parte del testimonio expresado por un empleado, formulada omitiendo solo algunos de sus predicados. Mostramos los modelos generados en el cuadro 5.14 donde podemos notar que en todos los casos Charles sale como presunto defraudador.

CUADRO 5.14: Modelos SDP por predicado.

Omite información	Presunto defraudador
a_1	{charles}
a_2	{charles}
b_1	{charles}
b_2	{charles}
c_1	{charles}
c_2	{charles}

Hay contextos en los que un empleado ha tomado la decisión de no discutir sobre un tema y por ello también ha decidido que no importa lo que decidan los demás y que acabará cumpliendo con el acuerdo al que llegue. Normalmente nos referimos a esta actitud como *silencio es consentimiento*.

En términos prácticos, la regla semántica para AS consta de dos pasos, en el primero consideramos un TDS y seguimos manteniendo para el sujeto lo que otros han dicho.

Debido a que aumenta el número de condiciones que deben cumplirse para la búsqueda, se reducen las posibilidades de encontrar modelos. Observe que en el cuadro 5.15, no se encuentra ningún modelo en los casos de SC de Andrew y Benedict.

En el cuadro 5.16, podemos observar cómo el silencio de quien esconde información puede beneficiar a otro empleado.

En el cuadro 5.17, podemos observar el resultado de cada uno de los sospechosos.

Conclusión:

CUADRO 5.15: Modelo SC por empleado.

Omite información	Presunto defraudador
{}	{charles}
Andrew	Unsatisfiable
Benedict	Unsatisfiable
Charles	{charles}

CUADRO 5.16: Se omite información asumiendo la de alguien (Pro-Social⁺).

Omite información	Asumiendo la de	Presunto defraudador
Andrew	Benedict	{charles}
Andrew	Charles	{benedict}
Benedict	Andrew	{charles}
Benedict	Charles	{andrew }
Charles	Andrew	{charles}
Charles	Benedict	{charles}

Inspirados en el acertijo *El criminal* diseñamos éste con el que generamos los modelos para la semántica del silencio pro-social que es *Respecto a ...*, a favor o en apoyo de alguien (Pro +) y *Excepto ...* o en detrimento de alguien (Pro-). El silencio *Pro +* beneficia mientras que el silencio *Pro-* afecta a un miembro del colectivo con el silencio de alguien. Con este ejercicio se demuestra que hay casos en los que se puede obtener la solución incluso omitiendo alguna declaración de alguno de los sospechosos. Es decir, hay escenarios donde algunos testimonios podrían ser irrelevantes para la interpretación.

5.2. Diálogo

Como lo hemos mostrado anteriormente, son variados los escenarios donde puede ocurrir el silencio, sin embargo en un ambiente interactivo, en algunas momentos, el silencio puede ocurrir detonando implicaciones importantes, ese es el caso del diálogo.

CUADRO 5.17: Se omite información exceptuando la de alguien (Pro-Social⁻).

Omite información	Exceptuando a	Presunto defraudador
Andrew	Benedict	{benedict}
Andrew	Charles	{charles}
Benedict	Andrew	{andrew}
Benedict	Charles	{charles}
Charles	Andrew	{charles}
Charles	Benedict	{charles}

Cuando se establece un diálogo, se inicia un rol por turnos para el intercambio de voz, según Sacks et al. , la toma de turnos se utiliza para ordenar los movimientos en los juegos, para asignar cargos políticos, para regular el tráfico en las intersecciones, para atender a los clientes en establecimientos comerciales y para hablar en entrevistas, reuniones, debates, ceremonias y conversaciones. Estos últimos, son conocidos como *sistemas de intercambio de voz* (Sacks, Schegloff y Jefferson, 1978). La ocurrencia de silencio intencional en un diálogo es común y su estudio puede ayudar a un mejor entendimiento entre los humanos, por ejemplo, en el marco de la Terapia Cognitiva Conductual (TCC) puede ser de gran ayuda, por un lado para tener una comunicación más completa entre el Terapeuta y el Paciente, y por otro identificar estados de depresión que pongan en riesgo la salud e integridad física de los pacientes. El estudio del silencio puede dar luz al terapeuta para que lleve a cabo acciones preventivas en beneficio del paciente. En el marco de la TCC, proponemos el estudio del silencio en un sistema de interacción con las personas para identificar situaciones de riesgo como la depresión. Presentamos un prototipo de sistema basado en el inventario de Beck y se muestran los resultados.

5.2.1. Manejo del silencio en el diálogo psicoterapéutico

Presentamos los conceptos detrás del Sofá Virtual Psicoterapéutico (PVC, acrónimo en inglés) que está orientado a la depresión. Este prototipo pretende ilustrar algunas ventajas de atender la ocurrencia de omisión intencional de respuesta o silencio. Por ejemplo, puede activar alarmas en algunos casos que pueden requerir ayuda especializada. Este silencio se considera de tipo obstructivo interaccional y se resume en la fig. 2.3 (Levitt, 2001).

Este sistema puede servir para hacer estudios empíricos de la ocurrencia del silencio con dos objetivos, el primero de ellos es descubrir estados de ánimo depresivos que ponen en riesgo la salud de las personas, el segundo objetivo es llevar un registro relacionando con el contexto, la(s) respuesta(s) que se obtienen de los diálogos contextualizados y la acción emprendida correspondiente al primer o segundo silencio.

El tratamiento del silencio se puede hacer donde se establece un diálogo o interacción, aunque esto es particularmente importante cuando se hace una pregunta y la respuesta no es recibida.

La fig. 5.19 muestra un diagrama donde los símbolos con líneas punteadas corresponden a instrucciones de una interacción dialógica en un programa, las instrucciones en negrita representan las nuevas líneas de código para la identificación y tratamiento del silencio. Aquí $t + \Delta = 7$ segundos.

En el manejo del silencio (ver fig. 5.20), se le pregunta al paciente: ¿Estás bien? para identificar la respuesta que mejor describe su silencio con la posibilidad de que su respuesta sea el silencio nuevamente. El comportamiento del paciente puede estudiarse con la ayuda de un especialista. Al final del módulo, se mantiene una Base de Conocimiento del Silencio (SKB, acrónimo en inglés), vinculando el contexto o escenario, la pregunta y la acción emprendida que pudiera consistir en identificar alguna palabra clave relacionada con el silencio correspondiente para el análisis y la toma de decisiones.

Para ilustrar la interpretación del silencio en el marco del diálogo con uso psicoterapéutico, desarrollamos el sistema PVC que informa al paciente de su nivel de depresión con base a un cuestionario de 21 preguntas conocido como inventario de Beck.

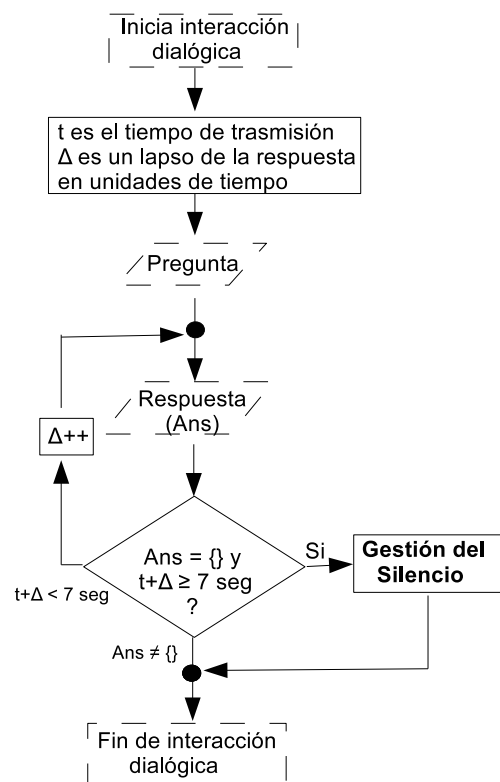


FIGURA 5.19: Detección de silencio.

Los 21 grupos de respuestas numéricas con los niveles de 0 (nulo) a 4 (máximo) corresponden a los siguientes estados (Beck y Beck, 1995): G1-Tristeza, G2-Pesimismo, G3-Fracaso, G4-Pérdida de Placer, G5-Sentimientos de Culpa, G6-Sentimientos de Castigo, G7-Disconformidad con uno mismo, G8-Autocrítica, G9-Pensamientos o Deseos Suicidas, G10-Llanto, G11-Agitación, G12-Pérdida de Interés, G13-Indecisión, G14-Desvalorización, G15-Pérdida de Energía, G16-Cambios en los Hábitos de Sueño, G17-Irritabilidad, G18-Cambios en el Apetito, G19-Dificultad de Concentración, G20-Cansancio o Fatiga, G21-Pérdida de Interés en el Sexo.

El pseudocódigo del prototipo PVC es el siguiente:

```

Bienvenida al paciente
Inicialización de parámetros
Elección aleatoria de una de las 21 preguntas:
  Si la respuesta está vacía en 7 segundos o más:
    Realice la gestión del silencio (sí, no, Alerta:
    'Prefiero no hablar')
    Crear evidencia de la ocurrencia del silencio.
  Crea evidencia de interacción
Escribe resultados
Agradecer al paciente
  
```

En la fig. 5.21 se muestra el diálogo entre el sistema PVC donde se puede notar la ausencia de respuestas explícitas que de acuerdo con el contexto se interpretan de diversas formas como se puede observar en los registros representados en la fig. 5.22.

En el archivo SilenceData (fig. 5.22), el primer silencio corresponde a la pregunta número 9 'Deseos suicidas' generada aleatoriamente, el doble silencio enciende la

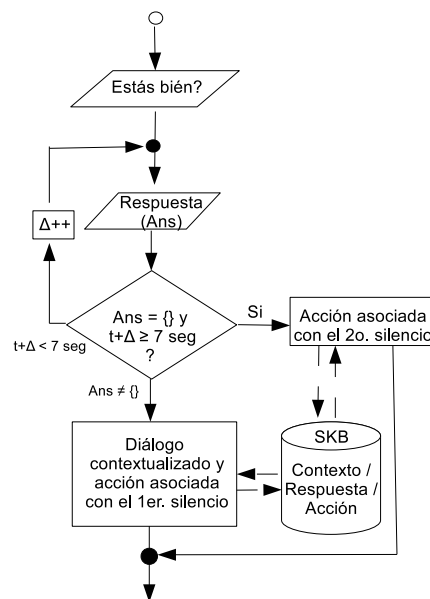


FIGURA 5.20: Gestión del silencio.

alarma registrando el mensaje 'Prefiero no hablar'. El segundo silencio corresponde a la pregunta número 21 'Pérdida del interés por el sexo' donde después de la pregunta: '¿Estás bien? y / n 'ENTER se da sin respuesta en 7 segundos y se asigna el valor 'no', que representa otro tipo de alarma que puede ser el disparador de un nuevo módulo de diálogo. Los siguientes dos registros corresponden a las preguntas número 6 y número 15 que tienen respuestas explícitas a la pregunta: '¿Estás bien? s/n', donde la respuesta 'no' también debe considerarse una alarma relacionada con la pregunta 15 'Pérdida de energía'. El último registro de silencio se refiere a la pregunta número 5 'Sentimientos de culpa' que tiene como respuesta asignada 'sí' a la pregunta: '¿Estás bien? s/n'.

Proponemos la inclusión de la detección del silencio en los diálogos y su gestión, para descubrir información importante que pudiera estar detrás de la omisión de las personas que optan por el, en el contexto de una interacción.

Es importante aclarar que la diferencia entre las respuestas (valores) que se pueden adoptar por defecto ('y' o 'n' en nuestro caso) y las que se infieren por el silencio son función del tiempo como parte de un contexto, un silencio corresponde a 7 o más segundos sin respuesta. Por lo tanto, en el prototipo del sistema, las inferencias 'sí' y 'no' basadas en datos históricos son consecuencia de un silencio (generamos aleatoriamente la polaridad con fines ilustrativos) y la inferencia 'prefiero no hablar' es una consecuencia de dos silencios.

La aplicación que desarrollamos hasta ahora es monolítica y es necesaria para analizar el uso del tiempo de las respuestas a preguntas realizadas a través de sistemas distribuidos con base a la definición de sistema confiable.

5.2.2. Pandemia, depresión y silencio

El diseño de experimentos mediante entrevistas para el estudio de la omisión como respuesta a alguna(s) pregunta(s) puede arrojar información interesante, en

```

you are visiting
The virtual psychotherapist couch!
*****
What is your nickname?: Cane
Welcome Cane !!!
How do you feel today?
Please choose a value
for each of the questions following:
Suicidal wishes (of 0 to 4):
Cane Are you OK? y/n:
Crying (of 0 to 4):1
Pessimism (of 0 to 4):2
Difficulty concentrating (of 0 to 4):1
Self-criticism (of 0 to 4):2
Irritability (of 0 to 4):1
Indecision (of 0 to 4):2
Tiredness or fatigue (of 0 to 4):1
Loss of interest in sex (of 0 to 4):
Cane Are you OK? y/n:
Agitation (of 0 to 3):1
Loss of pleasure (of 0 to 4):1
Feelings of punishment (of 0 to 4):
Cane Are you OK? y/n: y
Loss of energy (of 0 to 4):
Cane Are you OK? y/n: n
Failure (of 0 to 4):
Disagreement with oneself (of 0 to 4):1
Sadness (of 0 to 4):2
Changes in appetite (of 0 to 4):1
Change in sleeping habits (of 0 to 4):2
Loss of interest (of 0 to 4):1
Feelings of guilt (of 0 to 4):
Cane Are you OK? y/n:
Devaluation (of 0 to 4):1

Depression Level Score:
<41 - Severe depression

Thanks Cane for your visit

```

FIGURA 5.21: Prototipo PVC.

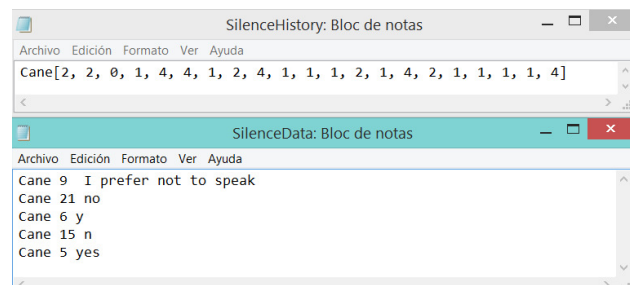


FIGURA 5.22: Registro de la interacción del PVC.

nuestro caso no fue posible hacer entrevistas debido a la emergencia sanitaria mundial impuesta por la pandemia del covid19. Sin embargo, utilizamos un cuestionario que fue aplicado en línea y que describimos a continuación.

Elegimos el Inventario para la depresión de Beck y lo extendimos con una posible respuesta relacionada con la dimensión del silencio en cada uno de sus 21 grupos de preguntas, dicha respuesta opcional es: *Prefiero no comentar*.

La personas recurrimos al silencio en situaciones inesperadas o contextos especiales como se puede ver en el resultado del cuestionario para medir el nivel de depresión de las personas y aplicado en línea durante la cuarentena del covid19.

En los primeros cuatro meses de 2020 recibimos 148 cuestionarios extendidos.

De 148 personas, 54 hicieron uso de la dimensión del silencio, que representa el 36.4 %, un porcentaje representativo.

Fueron dos de 21, los grupos más representativos en el uso de la posibilidad del silencio.

El primer grupo que reporta un porcentaje representativo es el número 1 que corresponde a la *Tristeza* con 12.7 %, es decir, 19 personas recurrieron a la opción *Prefiero no comentar* o al silencio, al referirse al nivel de tristeza que sentían en ese momento.

Uno de los factores más afectados por la información sobre los riesgos para la salud de las personas y sus familias por el Covid-19, así como el propio encierro, ha sido el sueño. *Los hábitos del sueño* han tenido un fuerte impacto durante la pandemia, representan el 67.8 % de la población total encuestada. También en este grupo hubo 19 (12.8 %) personas que recurrieron a la opción del silencio.

El grupo con mayor porcentaje en el uso del silencio es el Grupo 21, que corresponde a *Pérdida de interés por el sexo*, con un 18 %, es decir, 27 individuos que recurrieron al silencio de un total de 148, no se encuentran bien en el tema de las relaciones sexuales. Aquí hay un problema importante que no necesariamente se refiere a la pérdida del interés por el sexo como tal y se presta a una interpretación psicológica o sociocultural, ya que es un tema tabú que se ha visto afectado por el encierro de familias enteras, donde la intimidad de las parejas podría verse alterada y también podría estar relacionada con el acoso o la violencia doméstica, entre otros.

En otras condiciones sanitarias se podrán estudiar los diálogos en casos específicos donde el acceso al silencio mande una señal para tomar decisiones tales como profundizar más en el tema o cambiar por el momento de tema.

El lenguaje
el resto del conocimiento
y la vida
transitan entre
la tierra, el mar y el cielo
penumbras del silencio.

(agb)

Capítulo 6

Resultados

Algunos productos derivados de la investigación fueron presentados en el capítulo 4, específicamente:

1. La clasificación de algunos escenarios donde puede ocurrir el silencio.
2. Definición formal del predicado *Dice* (*Says*).
3. Algunas definiciones de los tipos de silencio.
4. La semántica para los tipos de silencio utilizados.

Otros resultados se describen a continuación:

6.1. Definición formal de la implicatura omisiva

De acuerdo a la definición de implicatura omisiva de (Swanson, 2017), nosotros definimos, formalmente, la implicatura omisiva como sigue:

Considerando que S es quien habla, H el que oye y l es una locución en la secuencia L de longitud n , definimos formalmente la implicatura omisiva o silencio intencional como;

Implicatura omisiva:

En el contexto de intercambio lingüístico $L = (l_1, \dots, l_{i-1}, l_i, l_{i+1}, l_{i+2}, \dots, l_n)$ entre S y H , hay una implicatura omisiva de H sii:

- (I) S implica conversacionalmente q en $l_{i-1} : S \rightsquigarrow q$. i.e. $Says(S, q)$
- (II) H implica conversacionalmente *que p no fue dicho* en $l_i : H \rightsquigarrow \xi$. i.e. $not\ Says(H, p)$
- (III) S implica conversacionalmente r en $l_{i+1} : S \rightsquigarrow r$. i.e. $Says(S, r)$
- (IV) H implica conversacionalmente t en $l_{i+2} : H \rightsquigarrow t$. i.e. $Says(H, t)$

Donde:

- La implicatura conversacional es de acuerdo a la definición formal de la Enciclopedia de Filosofía de Stanford (Zalta y col., 2003).
- En la locución $l_i : H \rightsquigarrow \xi$, H produce una implicatura omisiva (silencio) al no decir p .
- El término p , de acuerdo al Principio Cooperativo, debe estar de alguna forma relacionado con q producida por S .
- Entre l_{i-1} y l_{i+1} hay una diferencia temporal significativa ¹.

¹Diferencia en tiempo de, al menos, 7 segundos.

- Con los incisos (iii) e (iv) se recupera la comunicación.

Esta definición nos indica que es posible hacer inferencias lingüísticas de la omisión sin que se interrumpa definitivamente la comunicación y puede ser de utilidad en interacciones dialógicas en contextos específicos como los mencionados en los casos experimentales.

6.2. Testimonios

Desde el punto de vista de la Lógica, hemos considerado en diversas variantes de acertijos las posibilidades que se abren cuando alguien decide guardar silencio.

A continuación reflexionamos en torno a los atributos de los acertijos utilizados como casos de estudio y su análisis en términos de la consideración del silencio. Así mismo, formulamos una estrategia para analizar las consecuencias del silencio intencional en problemas que involucran testimonios.

6.2.1. Resumen de los casos de estudio

En la fig. 6.1 se muestra un resumen de acertijos y las propiedades que cada uno tiene con respecto a la semántica propuesta, así como al comportamiento de su base de conocimientos.

El silencio defensivo total (SDT) en todos los casos siempre tienen solución y muestra que *el silencio protege a quien lo usa* y le da sentido lógico al *derecho a guardar silencio*. El silencio defensivo parcial (SDP), en los casos donde se utilizó, permitió probar *el peso o importancia* de cada enunciado en las consecuencias del testimonio de un testigo o agente.

Con el silencio condescendiente (SC), los últimos tres acertijos muestran que no siempre se encuentran soluciones pero donde las tiene *se señala a quien lo usa* confirmando *el que calla otorga*.

Los silencios pro-sociales positivo (Pro+) y negativo (Pro-) probados en los últimos tres acertijos, pueden ser utilizados en las organizaciones y muestran que es posible inducir la toma de decisiones, con base en el apoyo o detrimento, que puede dar el silencio de una persona o agente con respecto a otra.

Es importante saber de qué argumentos o enunciados podemos prescindir sin alterar el resultado lógico de la interpretación. En dos acertijos (Misterio y El criminal) pudimos ver que se puede reducir el tamaño de la base de conocimientos y obtener varios modelos dentro de los cuales se encuentra la solución al problema, siendo estos dos casos ejemplo de *Reducción testimonial débil* o *Equivalencia débil*.

Otros dos acertijos (Envenenamiento y Fraude) permitieron probar que, en algunos casos, reduciendo el tamaño de la base de conocimientos es posible obtener la solución única siendo ejemplo de *Reducción testimonial fuerte* o *Equivalencia fuerte*, probando de esta manera la propiedad de no monotonía de la base de conocimientos y la obtención de programas lógicos equivalentes ya que obtenemos el mismo conjunto respuesta con ellos (Van Harmelen, Lifschitz y Porter, 2008 y Osorio, Navarro y Arrazola, 2001). Con la *Reducción testimonial fuerte* se comprueba la existencia de enunciados superfluos en el contexto testimonial, en otras palabras, se confirma que:

Sean K y K' dos programas lógicos, con $X_a \subset X \subset K$.

Si $K' \equiv (K - X_a)$ tal que el agente a está silenciado total o parcialmente, entonces K' está depurado y es una reducción de K .

Finalmente, en dos acertijos (Envenenamiento y El criminal) se pudo mostrar que existe una relación entre el silencio y las declaraciones falsas.

Acertijo	Regla semántica para el Silencio (S)					Equivalencia		Relación: S,F
	Defensivo Total	Defensivo Parcial	Condenante	Pro Social Positivo	Pro Social Negativo	Débil	Fuerte	
Compras	●							
5 Discos	●							
Caballeros	●							
Envenenado	●	●					●	●
Misterio	●	●	●	●	●	●		
Fraude	●	●	●	●	●		●	
Criminal	●	●	●	●	●	●		●

FIGURA 6.1: Características de los casos de estudio.

6.2.2. Procedimiento

Suponiendo que los testimonios de diferentes personas involucradas ya estén disponibles, la estrategia (ver fig. 6.2) se formula de la siguiente manera:

1. Identificar agentes y predicados.
2. Formalizar las declaraciones usando el predicado *Says()*.
3. Agregar definiciones y reglas de sentido común de acuerdo con el problema en cuestión.
4. Identificar los tipos de silencio que ocurren o pueden ocurrir en el problema.
5. Generar una base de conocimiento para modelar el problema, incluidas las declaraciones de los agentes, el conocimiento del sentido común y los tipos de silencio identificados. Dependiendo del tipo de silencio de los agentes, se deben ejecutar uno o más de los siguientes programas, para que el agente correspondiente defina la base de conocimiento en consecuencia:

```
t_def_silence (kb.pl, agente)
p_def_silence (kb.pl, agente, predicado)
acq_silence (kb.pl, agente)
```

6. Obtener los modelos con el paradigma Answer Set Programming teniendo en cuenta los correspondientes actos de silencio en la KB:

```
clingo 0 kb.pl
```

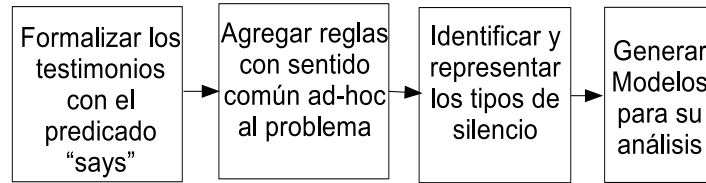


FIGURA 6.2: Estrategia para el análisis de testimonios.

7. Analizar los diferentes escenarios obtenidos.

Un paso clave en la estrategia es el número 4. Aquí, el caso obvio es cuando uno de los involucrados recurre a su derecho a permanecer en silencio. Entonces podemos proceder a considerar, uno a la vez, los tipos de silencio defensivo y condescendiente para esa persona. Los casos que no son obvios pero si posibles, son los silencios del tipo Pro-social en defensa de un gremio u organización, aunque no son obvios si se pueden tener elementos para explorar uno u otro. Por ejemplo, si a través de terceros se sabe de estrecha amistad entre algunos de los involucrados (Pro+) o de animadversión o enemistad entre dos (Pro-), donde alguno puede quedarse callado. Sin embargo, pueden surgir otras situaciones, por ejemplo, cuando dos declarantes A y B coinciden por separado en declaraciones p y q , pero digamos que A además declara r . Entonces podemos plantear la hipótesis de un silencio condescendiente de B , o incluso un silencio defensivo parcial, ya que está omitiendo r , y proceder en consecuencia a representar y analizar el problema.

6.3. Diálogo

Hay diversas definiciones de diálogo, por ejemplo, una definición estructurada que se encuentra en (Walton, 1984) consiste en:

Un conjunto de locuciones L y un conjunto de participantes P . Un acto de locución es un miembro de PXL . Un evento de locución es un triple ordenado $\langle n, p, l \rangle$ donde $l \in L$, $p \in P$ y n es un número que marca la *longitud* del diálogo.

Nuestra propuesta para la definición de diálogo utiliza el predicado *Dice* (*says*) e incluye la posibilidad de que ocurra el silencio. El diálogo surge cuando uno de los posibles interlocutores rompe el silencio (absoluto) iniciando una secuencia de interacciones dialógicas o locuciones que incluyen el silencio relativo ζ o implicatura omisiva, la cual se interpreta de acuerdo al contexto (inferencia lingüística) para continuar hasta que termine el diálogo.

Sean A un conjunto de agentes y P un conjunto de aseveraciones o términos, la forma general de una secuencia simbólica para una interacción dialógica, en nuestra sintaxis es:

$$[\Xi[says(a, p, V/F)\zeta]][says(a, p, V/F)|\zeta]^*\Xi$$

Donde Ξ es el silencio absoluto que encierra al diálogo, $a \in A$, $p \in P$ y V/F es el valor de certeza (Verdadero o Falso) que a le asigna a p y ζ es una implicatura omisiva (silencio relativo).

La secuencia garantiza que por lo menos haya una locución.

Desde el punto de vista de sistemas distribuidos tenemos las definiciones siguientes:

Hay un *silencio intencional* del agente j al agente i si y sólo si $M = \emptyset$ en el tiempo $t + \Delta$ en un sistema confiable.

Sin embargo, en un entorno en el que j puede fallar, es posible que i no reciba los mensajes M 's de j porque j falló de alguna manera, es decir, aquí hay un silencio no intencional.

Hay un *silencio no intencional* del agente j al agente i si y sólo si i no recibe mensajes M 's en un tiempo $t + \Delta$ porque j falló.

En ambas definiciones M , t and Δ son el mensaje, el tiempo o momento de envío y el tiempo que regularmente tarda un mensaje en ser recibido, respectivamente (Goren y Moses, 2018).

6.3.1. Procedimiento

En la fig. 5.20 se muestra el mantenimiento de una base de conocimiento relacionada con el uso del silencio la cual puede implementarse en cualquier sistema interactivo cuyo silencio pudiera aportar alguna información relevante.

Hay contextos donde la ocurrencia del silencio dentro de los diálogos puede llevarnos a una importante fuente de información que puede ayudar a tomar decisiones, por ejemplo, la aplicación de medidas preventivas para evitar riesgos para la vida y la salud de las personas. El silencio intencional en los diálogos es muy común y puede tratarse adecuadamente para la toma de decisiones, esto incluye a los seis tipos de diálogos definidos en (McBurney y Parsons, 2009).

Algunos avances de la ocurrencia de la omisión orientada a diálogos son los siguientes:

1. Un procedimiento para la gestión del silencio que podría ser utilizado en las interacciones dialógicas, en particular podrían utilizarlo los pacientes y los especialistas en psicoterapia.
2. Un prototipo para que las personas midan su nivel de depresión.
3. Es posible generar estadísticas de la ocurrencia del silencio en los sistemas interactivos dialógicos y analizar sus consecuencias.

□□□
□ζ□
□□□

(agb)

Capítulo 7

Conclusión y trabajo a futuro

7.1. Conclusión

Durante el desarrollo del proyecto doctoral pudimos confirmar que la omisión o el silencio intencional como parte del proceso comunicativo no ha sido suficientemente investigado. Con el escrutinio y la exploración en la comunidad científica de nuestra área, no encontramos evidencia del tema en las Ciencias Computacionales, por lo cual, el presente trabajo podría ser de los primeros registros relacionados con el tema.

En la disciplina computacional lo más cercano a la ocurrencia del silencio son los valores por omisión (por default) que son asignados a algunas variables en los sistemas interactivos.

Hemos iniciado el estudio de áreas de oportunidad para la interpretación de la omisión en cada una de las siguientes vertientes:

1. *Los acertijos testimoniales.* Pudimos percatarnos de que los acertijos con testimonios en lenguaje natural nos dan la oportunidad de hacer una investigación cualitativa y producir modelos con representación de conocimiento basado en lógica para analizar las consecuencias de la omisión en un entorno lingüístico. Mostramos algunas propiedades importantes como la equivalencia de programas basado en lógica, razonamiento sobre bases de conocimiento no monótonas y la relación que se establece entre la omisión y las declaraciones falsas.
2. *Las interacciones dialógicas.* Con fines experimentales y de investigación cuantitativa mostramos el uso de un procedimiento para la gestión del silencio generando registros con información que puede ayudar a la toma de decisiones. Definimos formalmente la implicatura omisiva y el concepto de diálogo que la incluye como posibilidad.

Con los experimentos realizados en el contexto testimonial pudimos darnos cuenta del poder de la omisión ya que su interpretación lógica puede señalar como presunto(s) culpable(s) a cualquiera de los agentes (humanos o no) involucrados en el proceso. En las interacciones dialógicas encontramos áreas como la psicoterapia, donde la interpretación oportuna de la información omitida en las entrevistas, podría salvar vidas. De ésta forma, hemos confirmado la hipótesis:

La interpretación lógica de la implicatura omisiva aporta elementos al proceso comunicativo y ayuda a la toma de decisiones.

Conociendo las posibles consecuencias lógicas del silencio se puede recurrir a él, de forma voluntaria, consciente y con intención, de acuerdo a las circunstancias en las que se presenta.

Es importante reflexionar sobre el poder del silencio desde el punto de vista computacional ya que al incorporar esta dimensión en los sistemas interactivos se puede obtener información relevante y vital en ciertos contextos.

7.2. Trabajo a futuro

Una de las tareas a corto plazo consiste en llevar a la práctica la adaptación o desarrollo de sistemas que incluyan la interpretación del silencio.

En el caso de los testimonios, algunas aplicaciones de las semánticas del silencio propuestas pueden aplicarse en los procesos judiciales (Nieva Fenoll, 2018), derecho jurídico y entrevistas policíacas (Walton, 2008) y probablemente con ellas, se puedan generar modelos mediante el uso de tecnologías con sensores para detectar el silencio (Gaddy y Klein, 2020). De acuerdo a nuestra definición formal de implicatura omisiva y de acuerdo al contexto, se harán predicciones para saber lo que podría ocultarse (p) tras el silencio, planteándose la pregunta: ¿Qué o quién podría ser p ?. La solución podría ser parte de una Base de Aseveraciones o términos al estilo de la Base de Herbrand.

En el caso de los diálogos, la metodología propuesta podría ser de utilidad en las consultas psicoterapéuticas (Levitt, 2001), por ejemplo, se podría evitar que la depresión ponga en riesgo la integridad de las personas haciendo una detección oportuna del estado de ánimo o grado de depresión (Beck y Beck, 1995).

Algunas posibles líneas de investigación (hilos) que podrían desarrollarse, son:

1. Diseño y solución de acertijos testimoniales con diversos paradigmas de programación lógica. La solución de acertijos puede tener repercusiones prácticas para hacer tareas cotidianas.
2. Definición de agentes que hagan implicaturas omisivas en interacciones dialógicas. Agentes que extiendan su inteligencia con la interpretación del silencio intencional.
3. La semántica de la omisión utilizada en los testimonios y las componentes usadas en diálogos podrían tener aplicación en la teoría de la argumentación con programación lógica y la negación por falla (Nieves, Osorio y Zepeda, 2011).
4. Desarrollo de una teoría o axiomatización de la implicatura omisiva. Definir formalmente las inferencia lingüística para las implicatura conversacional omisiva.

7.3. Publicaciones

Durante el desarrollo del programa doctoral, se presentaron avances en diversos foros y se hicieron las publicaciones que se muestran a continuación:

1. A semantics of intentional silence in omissive implicature, Garcés-Báez, Alfonso, López-López, Aurelio, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, vol. 39, no. 2, pp. 2115-2126, 2020, DOI: 10.3233/JIFS-179877, Q3 JCR 2018, Q2 Engineering SJR 2019. (Garcés-Báez y López-López, 2020a)

2. Towards a Semantic of Intentional Silence in Omissive Implicature. Garcés-Báez, Alfonso, and Aurelio López-López. *Digitale Welt* 4.1 (2020): 67-73. Springer.
<https://doi.org/10.1007/s42354-019-0237-0> (Garcés-Báez y López-López, 2020b)
3. First Approach to Semantics of Silence in Testimonies. Garcés-Báez, Alfonso, López-López, Aurelio (2019). *International Conference of the Italian Association for Artificial Intelligence, LNAI 11946*. Springer, págs. 73-86.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-35166-3> (Garcés-Báez y López-López, 2019)
4. Reasoning in the Presence of Silence in Testimonies: A Logical Approach. Garcés-Báez A., López-López A. (2021) In: Arai K. (eds) *Intelligent Computing. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 284. Springer, Cham. págs. 952-966.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7>. (Garcés-Báez y López-López, 2021)
5. A Logical Interpretation of Silence. Alfonso Garcés Báez, Aurelio López López. *Computación y Sistemas*, 2020, vol. 24, no 2. pp. 613–623.
<https://doi.org/10.13053/CyS-24-2-3396>. (Garcés Báez y López López, 2020)
6. Capítulo 5. Pandemia, depresión y silencio. Garcés-Báez A., López-López A., Moreno-Fernández Ma. Del Rosario & Eva Mora-Colorado, en *Mujeres en la ciencia: experiencias académicas y de investigación en educación media superior y superior durante el estado de la pandemia*, Carmen Cerón Garnica, Coordinador y recopilador de Obra, Universidad Tecnocientífica del Pacífico S.C. 2021, pp. 80-100, ISBN 978-607-8759-19-4.
7. Silence in dialogue: A proposal and prototype for psychotherapy (Garcés-Báez A. y López-López, A., 2022). Artículo aceptado para su inclusión en *Computing Conference 2022* del 14 al 15 de julio en Londres, UK y para su publicación en las series Springer "Lecture Notes in Networks and Systems".

Entonces
se conjuró al silencio
para que,
en su densidad
curara
lo que ya no cura
la palabra.

(Nena Cantillo Atuesta)

Bibliografía

- Achino-Loeb, Maria-Luisa (2006). «Introduction: Silence as the currency of power». En: *Silence: The currency of power*, págs. 1-22.
- Basso, Keith H (1970). «“To Give up on Words”: Silence in Western Apache Culture». En: *Southwestern Journal of Anthropology* 26.3, págs. 213-230.
- Beck, Judith S y Aaron T Beck (1995). *Cognitive therapy: Basics and beyond*. Sirsi) i9780898628470. Guilford press New York.
- Benotti, Luciana (2010). «Implicature as an Interactive Process». Tesis doct. Université Henri Poincaré-Nancy I.
- Bohnet, Iris y Bruno S Frey (1999). «The sound of silence in prisoner’s dilemma and dictator games». En: *Journal of economic behavior & organization* 38.1, págs. 43-57.
- Brachman, Ronald J y Hector J Levesque (2004). *Representation and reasoning*. San Francisco, CA: Elsevier/Morgan Kaufmann.
- Chatwin, John y col. (2014). «Observations on silence in telephone delivered cognitive behavioural therapy (T-CBT)». En: *Journal of Linguistics and Professional Practice* 11.1.
- Dyne, Linn Van, Soon Ang e Isabel C Botero (2003). «Conceptualizing employee silence and employee voice as multidimensional constructs». En: *Journal of Management Studies* 40.6, págs. 1359-1392.
- Eco, Umberto (1994). *Signo*. Labor.
- Española, Real Academia y España Madrid (2001). *Diccionario de la lengua española*. Vol. 22. Real academia española Madrid.
- Fernández Ruiz, Graciela (2018). *Decir sin decir: Implicatura convencional y expresiones que la generan en español*. El Colegio de Mexico AC.
- Gaddy, David y Dan Klein (2020). «Digital voicing of silent speech». En: *arXiv preprint arXiv:2010.02960*.
- Garbutt, Joanna (2018). «The Use of No Comment by Suspects in Police Interviews». En: *Exploring Silence and Absence in Discourse*. Springer, págs. 329-357.
- Garcés Báez, Alfonso (2003). «Interrelación de algunas lógicas intermedias y Answer Set». Tesis de mtría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Garcés-Báez, Alfonso y Aurelio López-López (2019). «First Approach to Semantics of Silence in Testimonies». En: *International Conference of the Italian Association for Artificial Intelligence, LNAI 11946*. Springer, págs. 73-86. DOI: [10.1007/978-3-030-35166-3_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35166-3_6).
- (2020). «A Logical Interpretation of Silence». En: *Computación y Sistemas* 24.2.
- (2020a). «A semantics of intentional silence in omissive implicature». En: *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems* 39.2, págs. 2115-2126. DOI: [10.3233/JIFS-179877](https://doi.org/10.3233/JIFS-179877).
- (2020b). «Towards a Semantic of Intentional Silence in Omissive Implicature». En: *Digitale Welt* 4.1, págs. 67-73. DOI: [10.1007/s42354-019-0237-0](https://doi.org/10.1007/s42354-019-0237-0).
- (2021). «Reasoning in the Presence of Silence in Testimonies: A Logical Approach». En: *Intelligent Computing*. Springer, págs. 952-966. DOI: [10.1007/978-3-030-80126-7_67](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_67).
- Gardner, Martin (1981). *Science, good, bad, and bogus*. Prometheus Books.

- Gelfond, Michael y Yulia Kahl (2014). *Knowledge representation, reasoning, and the design of intelligent agents: The answer-set programming approach*. Cambridge University Press.
- Gelfond, Michael y Vladimir Lifschitz (1992). «The stable model semantics for logic programming». En: *The Journal of Symbolic Logic* 57.1, págs. 274-277.
- Gödel, KURT y Anzeiger Akademie der Zum intuitionistischen Aussagenkalkül (1932). «Wissenschaften Wien, Math.-naturwissensch». En: *Klasse* 69, págs. 65-66.
- Goren, Guy y Yoram Moses (2018). «Silence». En: *Proceedings of the 2018 ACM Symposium on Principles of Distributed Computing*, págs. 285-294.
- Grice, H Paul (1975). «Logic and conversation». En: *Syntax and semantics: Speech acts, Cole et al.* 3, págs. 41-58.
- Khatchadourian, Haig (2015). *How to Do Things with Silence*. Vol. 63. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Kurzon, Dennis (1995). «The right of silence: A socio-pragmatic model of interpretation». En: *Journal of Pragmatics* 23.1, págs. 55-69.
- (2007). «Towards a typology of silence». En: *Journal of Pragmatics* 39.10, págs. 1673-1688.
- Levitt, Heidi M (2001). «Sounds of silence in psychotherapy: The categorization of clients' pauses». En: *Psychotherapy Research* 11.3, págs. 295-309.
- Lifschitz, Vladimir (2008). «What Is Answer Set Programming?». En: *AAAI*. Vol. 8. 2008, págs. 1594-1597.
- McBurney, Peter y Simon Parsons (2001). «Dialogue games in multi-agent systems». En: *Informal Logic* 22.3.
- (2009). «Dialogue games for agent argumentation». En: *Argumentation in artificial intelligence*. Springer, págs. 261-280.
- Mendelson, Elliott (2009). *Introduction to mathematical logic*. Chapman y Hall/CRC.
- Nieva Fenoll, Jordi (2018). «Inteligencia artificial y proceso judicial». En: *Madrid: Marcial Pons*.
- Nieves, Juan Carlos, Mauricio Osorio y Claudia Zepeda (2011). «A schema for generating relevant logic programming semantics and its applications in argumentation theory». En: *Fundamenta Informaticae* 106.2-4, págs. 295-319.
- Osorio, Mauricio, Juan A Navarro y José Arrazola (2001). «Equivalence in answer set programming». En: *International Workshop on Logic-Based Program Synthesis and Transformation*. Springer, págs. 57-75.
- Pearce, David (1999). «Stable inference as intuitionistic validity». En: *The Journal of Logic Programming* 38.1, págs. 79-91.
- Polya, George (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. 246. Princeton university press.
- Sacks, Harvey, Emanuel A Schegloff y Gail Jefferson (1978). «A simplest systematics for the organization of turn taking for conversation». En: *Studies in the organization of conversational interaction*. Elsevier, págs. 7-55.
- Schröter, Melani y Charlotte Taylor (2017). *Exploring silence and absence in discourse: empirical approaches*. Springer.
- Scott, Robert L (1993). «Dialectical tensions of speaking and silence». En: *Quarterly Journal of Speech* 79.1, págs. 1-18.
- Searle, John R (1975). «A taxonomy of illocutionary acts». En: *Language, mind, and knowledge. Minnesota studies in the philosophy of science* 7, págs. 344-369.
- Smullyan, Raymond M (2012). *Forever undecided*. Knopf.
- Solow, Daniel (2005). *How to Read and Do Proofs an Introduction to Mathematical Thought Processes*. Jhon Wiley y Sons, Inc.
- Spenader, Jennifer (2004). «Speech Act Theory Introduction to Semantics». En: *Guest Lecturer November 4*, pág. 2004.

- Steiner, George (2020). *Lenguaje y silencio: ensayos sobre la literatura, el lenguaje y lo inhumano*. Editorial Gedisa.
- Swanson, Eric (2017). «Omissive implicature». En: *philosophical topics* 45.2, págs. 117-138.
- Syrjänen, Tommi (2000). *Lparse 1.0 user's manual*. Citeseer.
- Tahan, Malba (2016). *El hombre que calculaba*. Pampia Grupo Editor.
- Van Harmelen, Frank, Vladimir Lifschitz y Bruce Porter (2008). *Handbook of knowledge representation*. Elsevier.
- Von Wright, Georg Henrik (1951). «Deontic logic». En: *Mind* 60.237, págs. 1-15.
- Walton, Douglas (2008). *Witness Testimony Evidence: Argumentation, Artificial Intelligence, and Law*. Cambridge University Press.
- Walton, Douglas N (1984). *Logical dialogue-games and fallacies*. University Press of America Inc.
- Wylie, Clarence Raymond (1957). *101 puzzles in thought and logic*. Vol. 367. Courier Corporation.
- Zalta, Edward N y col. (2003). *Stanford encyclopedia of philosophy*.