

XIII Congreso de Filosofía: El saber filosófico

No-monotonicidad: ¿Un Nuevo paradigma inferencial?

Presentado el 15 de Noviembre del 2005

Israel Velasco Cruz

IIF-UNAM

isvecruz@hotmail.com

Resumen

Validez y consistencia parecen ser dos limitaciones que encontramos en la noción de inferencia clásica cuando tratamos de representar con este modelo inferencias de “sentido común”. La noción de inferencia clásica se explica a través de la noción de consecuencia lógica. La inferencia no-monotónica asume compromisos muy distintos respecto a su contraparte clásica, en especial abandona la noción de consistencia y de validez, asumiendo que el contexto de la información es importante para la representación de las inferencias racionales. El requisito de racionalidad que requieren las inferencias de “sentido común” parece centrarse en las propiedades formales que debe poseer la relación de consecuencia no-monotónica. El cambio entre las propiedades formales de la consecuencia lógica clásica y la no-monotónica se hace más notoria en la particular propiedad de *monotonía* que poseen las lógicas no-monotónicas, la cual es una versión debilitada de la *monotonía* clásica. Analizar la propuesta del cambio de paradigma inferencial desde la no-monotonicidad a través del cambio de algunas de las reglas formales que posee la relación de consecuencia no-monotónica y los compromisos que adquiere esta inferencia *racional* es el principal objetivo del presente trabajo.

Introducción

El paradigma inferencial clásico

Me gustaría iniciar esta plática hablando sobre la relación entre la noción de inferencia lógica clásica y la noción de consecuencia lógica, comúnmente se usa la segunda noción para explicar la noción de la primera. La formalización de la noción de consecuencia lógica fue propuesta por Tarski en 1936. Una *inferencia correcta* es aquella en la cual, su conclusión se sigue de sus premisas o en otras palabras; la conclusión no puede decir más de lo

que afirman sus premisas. Otra característica que comparten la inferencia lógica clásica y la consecuencia lógica es que si las premisas son verdaderas su conclusión necesariamente será verdadera. A esto se le llama *el paradigma inferencial de la lógica clásica*. El paradigma inferencial clásico parece poseer dos compromisos filosóficos: La validez y la consistencia.

Históricamente parece haber dos vertientes que han contribuido al desarrollo del modelo inferencial clásico. La primera se inicia con Aristóteles, la segunda se inicia con Frege. Ambos autores inauguran dos tradiciones que con el paso del tiempo parecen contraponerse y terminan alejándose una de la otra. Teniendo como resultado que la tradición inaugurada por Frege ha dominado (hasta la actualidad) la forma en la cual se hace y se concibe a la *lógica*, relegando a un segundo plano la tradición Aristotélica, la cual se empieza a retomar con mayor seriedad en los años 80's del siglo pasado a través de la escuela denominada "*razonamiento práctico*". De las dos tradiciones lógicas han surgido cuatro momentos importantes en el desarrollo del paradigma inferencial clásico. Tres de los cuales no parecen haber planteado grandes exigencias al modelo clásico.

1. El paradigma inferencial dialéctico

2. El paradigma inferencial discursivo escolástico
3. El paradigma inferencial lógico
4. El paradigma inferencial computacional

La noción de inferencia lógica clásica se empezó a formular con los análisis dialécticos de Platón y Aristóteles, donde la principal prioridad de una persona racional era defender sus argumentos de manera convincente y atacar a su vez las de su contrario. Esta noción se ve ampliada cuando entre los escolásticos se hizo necesario hacer análisis más rigurosos y concisos por lo que se requería que se manejará y utilizará el lenguaje de manera precisa. Es hasta finales del siglo XIX cuando el paradigma inferencial lógico irrumpe y domina la mitad del siglo pasado. Surge por esa época una nueva noción que ampliará el paradigma inferencial clásico la noción de computabilidad fundada en los métodos recursivos (o algoritmos). *Computar y procesar información* parece ser el *slogan* de este momento del desarrollo del paradigma inferencial clásico.

A partir de los años 80's y con mayor fuerza durante los años 90's parece que emerge un nuevo paradigma inferencial lógico producto de la interacción de las ciencias cognitivas, la IA y la filosofía de la lógica. El nuevo paradigma parece alejarse del modelo clásico e irrumpe exigiendo al modelo clásico renunciar a dos de sus características esenciales la validez y la consistencia a cambio el nuevo paradigma ofrece mayor expresividad aunque menos seguridad. Este nuevo paradigma necesita procesar el contexto de la información y le llamamos El paradigma de la monotonía. Para entender como se estableció el paradigma inferencial debemos estudiar las tradiciones inauguradas

¹ Sobre la historicidad del paradigma inferencial clásico se pueden consultar los textos de Raymundo Morado principalmente [18] y [19]

tanto por Aristóteles como por Frege, empezamos con la tradición aristotélica.

Noción de inferencia en Aristóteles

Aristóteles origina su teoría lógica —aunque él nunca le llamó por ese nombre— desde una rica tradición argumentativa existente en la antigüedad y la cual se alimentó de dos arterias principales: La primera proviene de los primeros matemáticos griegos los cuales trabajaron con las nociones de *prueba* y de *reducción* de argumentos. La otra arteria surge desde la tradición retórica sofista y dialéctica platónica. La noción de *dialéctica* parece ser bastante confusa en los primeros escritos platónicos, en ellos se hace referencia por *dialéctica* a la *refutación*, en este sentido, por dialéctico se entiende como una *reducción al absurdo* de los argumentos. Esta noción de *refutación* trata de a un oponente a realizar concesiones inconsistentes a lo que anteriormente el mismo oponente había aseverado con certeza. Aristóteles hereda esta noción de inferencia, la cual se circunscribe a determinar las condiciones bajo las cuales una *refutación* sucede o falla.

Esta noción de argumentación aristotélica surge en el contexto de la *diputación* de razonamientos prácticos los cuales se realizan en la vida cotidiana. Lo cual es una clara herencia de la discusión *dialógica* que se encuentra en Platón. Al menos esa parece ser la postura que asume Aristóteles en *Las refutaciones sofísticas* y en los *Tópicos* especialmente en el Libro VIII

Consecuencia como inferencia.

Desde la antigüedad se estableció una relación estrecha entre el *razonamiento práctico* y la lógica. El estudio del razonamiento práctico puede establecerse de manera directa desde Platón hasta Aristóteles éste último es quien hace la distinción entre razonamiento práctico y

teórico. El primero hace referencia cuando un razonamiento se dirige directamente a algún fin o acción el segundo hace referencia a una hipótesis o explicación determinada. Parece ser que Aristóteles marca una estrecha relación entre Razonamiento, argumento y deducción. Esta conexión se ha mantenido desde los tiempos antiguos hasta la mitad del siglo pasado dando como resultado una teoría aceptable de la inferencia lógica. Sin embargo desde mediados del siglo pasado se ha venido haciendo cuestionamientos hacia la teoría de la inferencia clásica y a la relación entre razonamiento-lógica. La visión que tenía Aristóteles y sus contemporáneos es muy distinta a la de la tradición postfregeana. En Aristóteles la lógica era una herramienta de índole práctica la cual se utilizaba para analizar y refutar razonamientos de la vida cotidiana. Los postfregeanos entendían por “lógica” a (i) un sistema formal deductivo, (ii) la lógica es una teoría de la validez o una teoría de la relación de consecuencia y por otro lado que (iii) es una teoría que se encarga de estudiar una clase particular de sentencias llamadas verdades lógicas.

En este punto la relación entre la lógica moderna y el razonamiento práctico-aristotélico parecen tomar senderos diferentes. Por un lado se debe caracterizar la noción de “verdad lógica” y por otro lado se debe caracterizar la noción de “consecuencia lógica”. Esta noción nos permite a su vez caracterizar la noción de validez, el cual nos lleva de nuevo al paradigma inferencial clásico. La cual es una exigencia que el modelo dialéctico aristotélico difícilmente puede llevar a cabo.

Uno de los prejuicios que surge promulga con especial ahínco la tradición dominante postfregeana, es que la noción de un *buen* argumento o un *correcto* argumento no se puede especificar más allá de esta noción de validez lógica.

Para ver con claridad la ruptura entre las dos tradiciones hemos realizado una síntesis somera del desarrollo de la lógica desde Aristóteles:

- El establecimiento de la lógica de proposiciones por parte de los lógicos megáricos y estoicos
- El reavivamiento de los sistemas de dialéctica formal por parte de los lógicos medievales.

- La creación del cálculo de probabilidades de Laplace, Pascal y otros pensadores del siglo XVII.
- El establecimiento de la lógica moderna matemática, establecida independientemente por Frege y Pierce, y la materia prima de un número mayor de importantes ramificaciones desde 1879 hasta el siglo XX.

Hay una ruptura a partir de aquí entre la lógica matemática y los desarrollos posteriores.

- La psicología cognitiva desde 1970 en adelante.
- Las ciencias de la computación y de la IA desarrollado durante este mismo periodo.
- Lógica informal, pensamiento crítico y teoría de la información desarrollado en la misma época.

Según Gabbay y Woods [9] hay una ruptura natural en esta lista de la fundación de la lógica. Después de la entrada de la lógica matemática. Los cuestionamientos que se empiezan a realizar sobre el papel que juega realmente la lógica en el proceso de la cognición humana. Y la insuficiencia de la lógica clásica para representar modelos cognitivos cercanos a los procesos que realizan los humanos. Iniciaron críticas al paradigma inferencial lógico y a los presupuestos que éste defendía. Esta nueva tendencia de ruptura centra sus investigaciones en torno a *contexto del razonamiento práctico* dejando de lado el objetivo central de la tendencia principal como es validez y consistencia del razonamiento. Por lo que impulsan el desarrollo de un nuevo paradigma inferencial el cual debe tomar en cuenta el contexto de la información el cual es un requerimiento de todo agente cognitivo.

La formalización del modelo clásico.

El papel de la lógica clásica —en la tradición postfregeana— como se fijó anteriormente se puede dividir en dos objetivos: El primero se basa en el reconocimiento y especificación de una clase particular de sentencias llamadas “*verdades lógicas*” dentro de esta posición podemos encontrar a Quine, en el segundo objetivo se asume que la lógica clásica captura las propiedades de la implicación o la

consecuencia lógica algunos que asumen esto son Dummet y Koslow.

El primero que trata de dar una definición formal de la noción de relación de consecuencia lógica es Tarski en el artículo de 1936 “*On the concept of logical consequence*”. La preocupación inicial de Tarski al abordar la noción de consecuencia lógica de una manera formal era encontrar una metodología de las ciencias deductivas. La originalidad del trabajo de Tarski reside principalmente en que otorga la primera versión en sentido moderno de la teoría general de las ciencias deductivas, como una disciplina independiente y formalizada. Para realizar dicha tarea Tarski desarrollará un método de análisis diferente hasta entonces usado, el análisis semántico.

La característica principal de la concepción abstracta de la consecuencia lógica dada por Tarski en su artículo (1930b) pretende capturar o enunciar las propiedades comunes de cualquier clase de consecuencia deductiva. Para Tarski la necesidad de definir la consecuencia lógica responde a una preocupación por tratar de establecer una teoría formal de las ciencias deductivas; ya que él concibe a un sistema deductivo, como aquel conjunto de sentencias que es idéntico al conjunto de sus consecuencias. Así que para establecer una teoría de las ciencias deductivas se debe establecer una noción de consecuencia lógica.

En su presentación (1930b) Tarski caracteriza la operación de la consecuencia lógica a través de una serie de axiomas (definición abstracta). Tarski no concibe a la consecuencia lógica como una relación sino más bien como una operación de consecuencia la cual denomina como (Cn) y que se define dentro de un conjunto potencia (el conjunto que contienen a todos los subconjuntos) de fórmulas de un lenguaje formal S , el cual le hace corresponder a cada conjunto

de fórmulas de S (que es eventualmente vacío) otro conjunto de fórmulas formado por las consecuencias del conjunto inicial.

De esta manera, llamaremos X al conjunto de fórmulas de S que formarán el conjunto inicial. Al conjunto de las consecuencias de un conjunto X se le denominará $Cn(X)$. (Esta operación de consecuencia es importante porque todas las disciplinas deductivas se conciben como un conjunto de sentencias, que es son organizadas por una operación de consecuencia, en el cual el conjunto de sentencias bien formadas o significativas se encuentra fijado por las reglas de formación del lenguaje formalizado S).

Tarski definirá la operación de consecuencia de un sistema deductivo a través de los siguientes axiomas metalingüísticos:

Axioma 1. $card(S) < \aleph_0$

Axioma 2. Si $X \subseteq S$, entonces $X \subseteq Cn(X)$

Axioma 3. Si $X \subseteq S$, entonces $Cn(Cn(X)) = Cn(X)$

Axioma 4. Si $X \subseteq S$, entonces $Cn(X) = \sum_{Y \subseteq X \text{ para } card(X) < \aleph_0} Cn(Y)$

El axioma 1 nos dice que el conjunto de fórmulas de S es numerable, el axioma 2 que también es conocido como axioma de inclusión, va a afirmar que toda sentencia esta incluida en el conjunto de sus consecuencias; en otras palabras toda sentencia es una consecuencia de sí misma. El axioma 3 simplemente afirma la *idempotencia* de la operación de consecuencia. Finalmente el axioma 4 nos dice que el conjunto de las consecuencias de X es igual al conjunto de todos los conjuntos de consecuencias de los subconjuntos finitos Y de X (este axioma actualmente se conoce como compacidad), este axioma es importante porque la caracterización de la operación de consecuencia lógica de Tarski no admitirá reglas que contengan un número infinito de premisas.

La propuesta Tarskiana de la operación de consecuencia (en 1930b) reside en que no presupone que haya reglas de inferencia, es decir, aún cuando no se haya fijado ninguna regla de inferencia en S, se puede seguir hablando de consecuencias; esto ocurre porque dada una sentencia cualquiera que pertenece al conjunto X, ella es una consecuencia de sí misma y por lo tanto demostrable. Los axiomas que establece Tarski pretenden ser válidos para cualquier clase de operación de consecuencia. Sin embargo cada consecuencia se van a articular de forma diferente dentro de cada sistema deductivo.

De esta manera, la noción de consecuencia específica de cada sistema deductivo dependerá de las reglas sintácticas de cada sistema. Por lo tanto será una noción extendida de consecuencia.

La propuesta de Tarski en 1936 se le conoce como noción modelista (model-theoretic) o semántica de la consecuencia lógica. Esta definición trata de *capturar* no sólo la propiedad formal de la noción intuitiva de la CL sino que también trata de definir la propiedad modal la cual nos dice: Una sentencia es una consecuencia de un conjunto de sentencias si esta es *verdadera* en todas las interpretaciones en la cual todo miembro de un conjunto dado es verdadera. La propiedad modal trata el tema de la herencia o preservación de la verdad, es decir, que las premisas heredan la verdad a la conclusión de manera necesaria. Esta es la idea que Tarski trata de desarrollar en su propuesta del 36 y que no logra satisfacer en las propuestas del 30.

La principal motivación que se encuentra en la investigación del 36 es dar una definición de consecuencia lógica que capture, en lo más ampliamente posible, la “esencia” del concepto ordinario de consecuencia y que sea materialmente correcta y formalmente adecuada de la consecuencia lógica. Cuando decimos que

es materialmente adecuada es que todos los objetos que trata de definir caen bajo su extensión. Por otro lado, es formalmente correcta, ya que lo que se trata de definir no se encuentra dentro de la definición.

El objetivo de Tarski es obtener un concepto formal que pueda eliminar las oscuridades e imprecisiones del concepto intuitivo, obteniendo una versión más cercana al concepto intuitivo de la CL pero a través de una definición formal.

Hasta hace relativamente poco tiempo, le pareció a muchos lógicos, que ellos habían podido capturar, con la ayuda de un aparato conceptual relativamente simple, casi con precisión el contenido diario del concepto de consecuencia lógica o más bien definir un nuevo concepto que con respecto a su denotación coincidiría con el concepto diario...²

El primer paso hacia la noción semántica de la CL que da Tarski es demostrar que la noción sintáctica no se basa en una coincidencia extensional entre el concepto intuitivo y el sintáctico. Su argumento central consiste en señalar un caso particular de teoría *omega-incompleta*.

La primera dificultad que encuentra Tarski es la insuficiencia de la noción sintáctica de la consecuencia lógica, ya que A no puede derivarse a través de las reglas inferenciales “normales” de T. Esta manera de abordar la CL le parece a Tarski insuficiente para abarcar en extensión la noción intuitiva de la CL. Tarski decide que se tiene que abordar a través de un aparato conceptual de análisis diferente al que se había empleado hasta entonces. Tarski no sólo

² even relatively recently it seemed to many logicians that they had managed, with the help of a relatively simple conceptual apparatus to capture almost precisely the everyday content of the concept of following or rather to define a new concept which with respect to its denotation would coincide with the everyday concept.

desea capturar la condición de formalidad de la noción intuitiva de la CL, sino que también desea que su definición de CL semántica pueda reflejar la condición de preservación de la verdad de la relación de CL entre las premisas y la conclusión, esta primer adecuación de la preservación necesaria de la verdad Tarski la se formula dentro de su artículo del 36 como la “condición (F)” la cual es una condición necesaria y suficiente. Tarski describe así esta condición:

(F) Si en las sentencias de la clase K y en la sentencia X, las constantes —aparte de las constantes puramente lógicas— se remplazan por algunas otras constantes (qué son signos que son reemplazados por otros signos) y si denotamos la clase de sentencias así obtenidas de K por K', y la sentencia de X, por X', entonces la sentencia X' será verdadera si únicamente todas las sentencias de la clase K' son verdaderas.³

Para Tarski la condición F arriba aducida es una condición necesaria para que X sea consecuencia lógica de K; sin embargo, no parece resultar obvio que sea una condición suficiente. Esto se da de nuevo al comparar con la noción intuitiva de CL, ya que el concepto formal parece no encontrarse en la misma extensión de la noción intuitiva. Creo que la razón es la siguiente: Si asumiéramos a F como condición suficiente, entonces la condición (la existencia o no de la relación) de consecuencia dependería crucialmente de los recursos expresivos del lenguaje. Al carecer de estos recursos expresivos del lenguaje repercutiría en una pobreza de sustituciones posibles lo que nos llevaría a una preservación de la verdad, pero esta sería ficticia.

³ (F) If, in the sentences of the class K and in the sentence X, the constants —apart from purely logical constants— are replaced by any other constants (like signs being everywhere replaced by like signs), and if we denote the class of sentences thus obtained from k by K', and the sentence obtained from X by X', then the sentence X' must be true provided only that all sentence of the class K' are true. (Tarski, 1936 p. 415).

En este breve recuento del desarrollo del concepto tarskiano de consecuencia podemos observar que el tratamiento que da Tarski a la consecuencia lógica semántica se centra en el estudio de los lenguajes formales y en las nociones de satisfacción y verdad. Gracias a estas nociones podemos arribar a la noción modelista de la consecuencia lógica:

*La sentencia X se sigue lógicamente de las sentencias de la clase K si y sólo si todo modelo de la clase K es también modelo de la sentencia X.*⁴

Se debe entender por “modelo de una sentencia X” como una interpretación que verifica X. De la misma manera debemos entender como modelo de la clase K al modelo que verifica todas las sentencias de la clase K. Esta definición modelista tarskiana de la consecuencia lógica es la culminación del análisis semántico de Tarski, pretende ser un definición formal de la noción intuitiva de consecuencia lógica.

Los siguientes axiomas muestran las propiedades básicas de la noción de consecuencia lógica deductiva

- (1) $\alpha \subseteq \text{Cn}(\alpha)$ (inclusión)
- (2) $\text{Cn}(\alpha) = \text{Cn}(\text{Cn}(\alpha))$ (Idempotencia)
- (3) Si $\alpha \subseteq \beta$ entonces $\text{Cn}(\alpha) \subseteq \text{Cn}(\beta)$ (monotonía)
- (4) Si $\alpha \rightarrow \{\beta\}$ y $\alpha \cup \{\beta\} \rightarrow \{A\}$ entonces $\alpha \rightarrow \{A\}$ (corte o transitividad)
- (5) Si $A \in \text{Cn}(\alpha)$ entonces hay un $\beta \subseteq \alpha$ finito tal que $A \in \text{Cn}(\beta)$ (compacidad)

⁴ The sentence X following logically from the sentences of the class K if and only if every model of the class K is also a model of the sentence K (Tarski, 1936, 417).

La propiedad de *inclusión* y de *idempotencia* enuncian que: Todo enunciado de un conjunto está entre las consecuencias de ese conjunto a lo que llamamos inclusión y que las consecuencias de las consecuencias de un conjunto de enunciados son consecuencias del conjunto del cual partimos lo que llamamos idempotencia. La propiedad de monotonía nos indica que si un enunciado es consecuencia de un conjunto de premisas α , entonces dicho enunciado seguirá siendo consecuencia de cualquier introducción de conjunto de premisas β , siempre y cuando esta introducción nueva de premisas sea relevante para la conclusión. Finalmente la propiedad de compacidad hace una restricción finitista a la noción de consecuencia lógica clásica. Se considera actualmente que esta propiedad no debe atribuirse a toda noción de consecuencia deductiva, por ello, no parece incluirse entre las condiciones que se exigen para la caracterización general abstracta de la consecuencia lógica clásica

Inferencia e incertidumbre

Del trabajo realizado por Tarski parece subsistir una idea de que la lógica deductiva es equivalente a una teoría del argumento deductivo o de la inferencia deductiva. Acorde a esto parece haber una idea recurrente de que una inferencia correcta no puede ir más allá de las especificaciones dictadas por la corrección y validez deductiva.

No obstante el análisis impecable que proporciona una inferencia deductiva no parece ser el camino más adecuado para analizar argumentos del “sentido común”. Para analizar dichos argumentos debemos partir de la suposición preteórica de que la inferencia es una clase de revisión de creencias o de actualización de los compromisos almacenados de un agente cognitivo.

Ejemplo:

Normalmente si son las 6 de la tarde, Juan se encuentra en su casa

Ahora son las 6 de la tarde.

¿Podemos concluir que Juan se encuentra en su casa?

El ejemplo anterior no parece ser un ejemplo de la regla *modus ponens*, ya que la primera premisa no es un condicional material (condicional sin excepciones) sino que es un condicional con excepciones (no-monotónico), la cual se puede representar de la siguiente manera:

$$p \rightsquigarrow q$$

El condicional con excepciones parece ser usado bastante en los razonamientos que realizamos en la vida cotidiana

Como en nuestro ejemplo: *Normalmente si son las 6 de la tarde, Juan se encuentra en su casa siempre y cuando no existe una excepción por la cual Juan tenga que salir de casa.*

Podemos parafrasear el ejemplo de la siguiente manera: Si son las seis de la tarde entonces normalmente Juan se encuentra en casa. Lo cual se simboliza de la siguiente manera.

$$p \rightsquigarrow q$$

Donde p denotará “Son las seis de la tarde ahora” y q denota “Juan se encuentra en casa ahora”. Lo que nos llevará a asumir que la conclusión de “Juan está en casa ahora” es inconsistente como lo mostramos de manera esquemática a continuación.

$$\begin{array}{l} p \rightarrow q, p, \neg q \\ \hline p \rightarrow q, p \\ \hline q \quad \neg q \\ \hline \perp \end{array}$$

El esquema de argumento anterior no es válido dentro de la lógica clásica. Este tipo de argumentos necesitan de una lógica especial llamada no-monotónica. En un sistema de lógica no-monotónica las conclusiones lógicas de una teoría dada pueden quedar invalidadas al añadir nuevo conocimiento al sistema, i. e., las conclusiones están sujetas a remoción en virtud del aumento de premisas. Así, por ejemplo, cuando llega a materializarse una contradicción, la conclusión puede ser recompuesta; o bien se extrae una conclusión plausible a partir de la

evidencia parcial en ausencia de evidencia de lo contrario. Las críticas a la formalización (al "logicismo") pierden, entonces, la referencia, y con ello, su sentido, puesto que una cosa es que haya dominios (asuntos) no reducibles al formalismo (lógica) del cálculo de predicados de primer orden clásico, y otra bien distinta, que tal dominio o asunto no tenga lógica alguna. Y como alternativa a la lógica clásica bivalente se han desarrollado otros varios sistemas de lógica que se han mostrado muy adecuados para el tratamiento del conocimiento ordinario (del sentido común). Se agrupan varios sistemas lógicos bajo el nombre de lógicas no monotónicas. Los sistemas no monotónicos más conocidos son las lógicas default (Reiter), circunscripción (McCarthy), lógicas modales (Mcdermott y Doyle) y lógicas autoepistémicas (Moore y Konolige). La caracterización que se realiza en este trabajo de la consecuencia lógica no-monotónica se basa en la investigación realizada por Gabbay (1985) en "*Theoretical Foundations for non-monotonic reasoning in expert systems*".

La relación de consecuencia lógica no-monotónica (CNM) se simboliza como: \approx , de tal manera que $\alpha \approx \beta$ se puede leer como β es consecuencia no-monotónica de α o si α entonces normalmente β . Puede surgir la duda como relacionamos la noción de consecuencia lógica (\bullet) con la noción de consecuencia no-monotónica (\approx). Esta relación es posible a través de la propiedad de supraclasicidad (supraclassicality) que dice:

$$\text{Si } \Gamma \vDash \varphi \text{ entonces } \Gamma \approx \varphi$$

Este axioma sencillamente quiere decirnos que la noción de consecuencia clásica es un subconjunto de la noción de consecuencia no-monotónica: $\vDash \subseteq \approx$, sin embargo esto no se sigue de forma inversa $\approx \not\subseteq \vDash$.

Siguiendo la caracterización abstracta de la consecuencia lógica, podemos decir que la consecuencia no-monotónica (CNM) posee las

siguientes propiedades mínimas que debe satisfacer (Gabbay 1985):

Reflexividad: Si $\varphi \in \Gamma$ entonces $\Gamma \approx \varphi$;

Corte (cut): Si $\Gamma \approx \varphi$ y Γ, ψ entonces $\Gamma \approx \psi$;

Monotonía (cauta o restricta): Si $\Gamma \approx \varphi$ y $\Gamma \subseteq \Delta$ entonces $\Delta \approx \varphi$

La propiedad de reflexividad y de corte se mantienen tanto en la CL como en la CNM. Sin embargo la relación de consecuencia no monotónica posee una propiedad de monotonía que es más débil comparada con la de la CL. La propiedad de reflexividad nos garantiza que todas la oraciones que están en Γ son inferibles de Γ . La reflexividad es un requerimiento mínimo de la relación de consecuencia lógica no monotónica. La propiedad de corte o transitividad también es una propiedad importante de la relación de consecuencia no-monotónica. Ya que nos garantiza que podemos omitir pasos si sabemos que b es consecuencia no monotónica de A y también sabemos que A junto con b se deriva c podemos decir de manera inmediata que de A se deriva c . La propiedad realmente interesante es la de la monotonía cauta.

La monotonía clásica indica que si φ es una consecuencia de Γ entonces es también una consecuencia de algún conjunto Γ (como un subconjunto). La importación de la monotonía es que uno no puede apropiarse de conclusiones agregando nuevas premisas. Sin embargo, hay muchas inferencias típicas del razonamiento diario, que no satisfacen la monotonía clásica. Éstos son los casos en los cuales alcanzamos nuestras conclusiones retractables (defeasibly) reservándonos el derecho de retractarlas a la luz de nueva información adicional. Quizás los ejemplos más claros se derivan del razonamiento legal, en el cual las asunciones retractables (defeasible) abundan. En el sistema judicial, el

principio de la presunción de inocencia que nos conduce a inferir retractablemente del hecho de que si x se encuentra en un proceso de juicio no podemos concluir que x es inocente o culpable; sin embargo la conclusión puede ser retractada cuando podamos acceder a nueva información adicional

Otros ejemplos que son comunes para ejemplificar el poder de la inferencia no monotónica son aquellos que comúnmente llamamos como hechos “típicos o comunes”. E.g.. si B es un rasgo típico o común de A entonces del hecho de que x es un A podemos inferir que x es un B . Sin embargo, esta conclusión es retractable ya que B no es una característica necesaria de A . Por ejemplo el hecho de que para ser un ave tiene que volar o afirmar que una persona adulta posee la característica de que trabaja.

Gabbay (1985) define un sistema no-monotónico como aquel que satisface las propiedades de: Reflexividad, corte y monotonía cauta o restricta. De esta manera Gabbay describirá que todos los sistemas no monotónicos presentan las siguientes características:

1. **Consistencia de la nueva información (data) con la antigua información (data).**
2. **Compatibilidad de \approx con \models**
 $P \models B \Rightarrow P \not\models \neg B$
3. **Compatibilidad de las reglas no monotónicas.** Si A y B pueden ser derivadas de P usando una regla no-monotónica en un único paso entonces $P \cup A \cup B$ es consistente
 $P \approx A$ y $P \approx B$ sys $P \approx A \wedge B$.

Esta regla no parece ser tan obvia para Gabbay ya que parece ser válida para lógicas default de Reiter y para lógicas probabilísticas. Las lógicas no monotónicas que cumplan las dos primeras características se le llaman sistemas causales y

quien cumpla además la tercera característica se le llamarán sistemas no-causales. En conclusión Gabbay definirá un sistema no-monotónico como aquel sistema lógico que cumpla con las propiedades de: Reflexividad, Corte y monotonía cauta dentro de su relación de consecuencia lógica.

¿La monotonía es una propiedad deductiva?.

La propiedad característica de la CL es la de monotonía, la cual nos permite agregar enunciados a un conjunto de premisas sin que con ello se afecte a sus consecuencias. Los sistemas de lógica clásica son monotónicos i. e., añadiendo más axiomas al sistema aumentamos el número de teoremas que pueden ser demostrados. La propiedad de monotonía de la CL enuncia que las premisas de una inferencia deductiva son condición de garantía suficiente de sus consecuencias, de tal manera que al estar presentes y encontrarse acompañados de otros enunciados que sean relevantes para la conclusión, sus consecuencias no se pierden por la presencia de tales premisas adicionales. Por esta razón, la propiedad de monotonía es esencial para la noción de consecuencia deductiva clásica, ya que garantiza la capacidad deductiva de un sistema lógico.

Parecería extraño pensar que un sistema lógico no deductivo posee una propiedad que se cree es eminentemente deductiva como la monotonía (al menos en su sentido clásico). Pero que se entiende por la propiedad de monotonía en su sentido clásico. Simplemente esta propiedad garantiza que se pueden introducir más premisas a un argumento sin que su capacidad deductiva se vea debilitada. Se debe hacer hincapié que no se vale introducir cualquier tipo de premisa. Sino únicamente aquella que se adecue a el contenido de la información de las premisas y la conclusión. Retomemos nuestro primer ejemplo:

- (1) A Frege se le considera el padre de la lógica.
- (2) Si Frege es el padre de la lógica entonces creó el primer sistema lógico formalizado.
- \therefore (3) Frege creó el primer sistema lógico formalizado.

Por la propiedad de monotonía podemos agregar una nueva premisa, sin que con ello se vea comprometida la capacidad deductiva del argumento.

- (1) A Frege se le considera el padre de la lógica.
- (2) Si Frege es el padre de la lógica entonces creó el primer sistema lógico formalizado.
- (3) Frege fue un filósofo
- \therefore Frege creó el primer sistema lógico formalizado y fue un filósofo

Este ejemplo muestra como trabaja la propiedad de monotonía de la consecuencia lógica clásica, esta propiedad por sí misma garantiza la deducción de un sistema lógico clásico. Los ejemplos que se han utilizado tradicionalmente en lógica: todos los pájaros vuelan. Son ejemplos de cómo se puede forzar una cuantificación universal que no son traducciones adecuadas de las oraciones como: Los pájaros vuelan. Por lo general dentro de la vida cotidiana extraemos conclusiones a través de generalizaciones, las cuales tienen excepciones. No obstante estas conclusiones, ante la adquisición de nueva información pueden resultar erróneas. Observemos el siguiente ejemplo:

- (1) Normalmente los adultos tienen un empleo.
- (2) Los estudiantes de licenciatura son adultos.
- \therefore (3) Los estudiantes de licenciatura tienen empleo.

Parece que el ejemplo anterior de (1) y (2) no se puede inferir (3) ya que no todos los estudiantes de licenciatura tienen un empleo, no todos los adultos son estudiantes, es decir, hay excepciones. Argumentos como el anterior no son posibles de abordar dentro de la lógica clásica, ya que esta es monótona lo que significa que las premisas son condición suficiente para la conclusión y no pueden invalidar nunca la

conclusión., por esa razón, argumentos como el anterior son materia de estudio de las lógicas no-monotónicas.

Estos ejemplos no pueden ser inferidos dentro de la lógica clásica ya que ponen de manifiesto ciertas limitantes de la deducción de clásica. Estas limitantes de la lógica clásica fueron enunciadas por Minsky (1974) en el apéndice titulado como "*Criticism of logistic approach*" que se pueden clasificar como el problema de la relevancia el cual nos dice que la información contenida en una base de datos precisa de meta-información que nos indique bajo que circunstancias y de qué manera va a ser usada. por lo que un sistema inteligente debe tener claro cuándo es pertinente o no realizar ciertas deducciones. De esta manera Minsky criticará que la lógica clásica nos propone inferencias seguras pero que no son útiles para representar inferencias del "sentido común" o de la vida diaria.

El segundo problema que presenta la lógica deductiva es el de la monotonía, este problema se refiere principalmente de la incapacidad que tienen la lógica clásica al tratar las propiedades "típicas" de los individuos de un dominio. El enunciado "Todos los pájaros vuelan" se representa en lógica clásica de la siguiente manera:

$$(1) \forall x \text{ pájaro}(x) \supset \text{Vuela}(x) .$$

Sin embargo el enunciado "todos los pájaros vuelan" debería leerse más bien como "típicamente los pájaros vuelan" ya que hay pájaros que no pueden volar por que están en cautiverio toda su vida o tienen una ala rota o es un pájaro recién nacido etc. Este tipo de ejemplos ilustran que toda regla presenta excepciones y es imposible el enumerarlas todas. sin embargo la seguimos usando aplicándola todo tipo de pájaro, mientras no existan evidencias que la contradigan. este tipo de inferencias se realizan

en la vida cotidiana, pero son imposibles de representar dentro de la lógica clásica. Otro ejemplo es del tipo. “Si el tanque de combustible no está vacío y la batería está cargada, el auto va a arrancar”, este tipo de condicionales representa situaciones típicas, en las cuales si se cumplen comúnmente ciertas condiciones podemos aseverar que el auto arrancará. no obstante esto no es una verdad necesaria ya que puede haber casos donde el carburador puede estar roto, los cables de la batería pueden estar cortados, el tanque puede estar lleno de agua etc. Estos ejemplos ilustran que las conclusiones que hacemos en la vida cotidiana no son deductivas en el sentido clásico, ya que las inferencias de la lógica clásica no toma en cuenta el contexto de la situación, que puede hacer que al obtener más información podamos retractarnos de una conclusión que hayamos realizado con anterioridad y que hayamos aceptado como verdadera

El ejemplo de los pájaros y el carro ilustran razonamientos humanos de sentido común que son no-monotónicos (no son deductivos) por lo que necesitan un sistema que realmente "ignore" la mayor parte de lo que conoce y opere con una porción bien escogida de su conocimiento en un momento dado.

Estos sistemas son no-monotónicos por que el conjunto de conclusiones posibles puede decrecer cuando el conjunto de premisas se incrementa. A partir de un conjunto dado de información inicial, uno puede algunas veces, construir diversos conjuntos inconsistentes de conclusiones, generalmente llamadas extensiones, esta propiedad es llamada pluriextensionalidad. Es regularmente difícil caracterizar las extensiones de una forma directa y constructiva porque algunas formas de razonamiento retractable son circulares. Antes de que uno pueda inferir una conclusión, debe uno asegurarse que otras fórmulas no pueden ser obtenidas. Dos casos básicos pueden ocurrir:

cuando se tiene que modelar razonamiento “cauto”, donde el sistema de inferencia no monotónico debe producir las conclusiones que están presentes en todas las extensiones y por el contrario, cuando solamente un camino específico de razonamiento debe ser explorado, el sistema no monotónico debe permitir obtener la extensión deseada solamente. De un punto de vista semántico, las conclusiones que pueden ser obtenidas de un razonamiento revisable son generalmente consistentes con respecto a las premisas. En realidad, una pieza de razonamiento .revisable no es necesariamente 'lógicamente correcta', pueden ser inferidas condiciones plausibles que no son 'válidas'.

Enfaticemos también que una estructura formal para razonamiento revisable debe de ser suficientemente flexible para tratar con razonar con premisas que contienen información incompleta, tal estructura debe de ser suficientemente robusta para apoyar de una forma conveniente la posible evolución del conocimiento representado, debe de permitir la circunscripción dinámica de la información que es realmente relevante al problema, por ejemplo debe de permitir razonamiento a pesar de la ausencia de información completa, o de forma mas general, debe apoyar la posible evolución tanto de el dominio de aplicación como de la misma conceptualización.

Dentro de la caracterización que realiza Gabbay (1985) encontramos que la relación de consecuencia no monotónica posee una propiedad de monotonía más débil que su versión clásica llamada monotonía cauta o restringida. Sin embargo Mackinson agrega una propiedad de monotonía más llamada monotonía racional. Así la consecuencia no-monotónica posee dos distintas propiedades de monotonía que son:

Monotonía cauta: Si $\Gamma \vDash \varphi$ y $\Gamma \subseteq \Delta$, entonces $\Delta \vDash \varphi$

Monotonía racional : Si no es el caso que $\Gamma \vDash \varphi$, y además $\Gamma \vDash \psi$, entonces $\Gamma, \varphi \vDash \psi$

La monotonía cautelosa y el principio más fuerte de la monotonía racional son casos especiales de la monotonía clásica, un sistema no monotónico necesita una monotonía más débil que su versión clásica ya que necesita poder retractar la conclusión algo que no es posible de hacer teniendo sólo la propiedad de monotonía clásica. La monotonía cauta (cautions monotony) nos permite incorporar una nueva premisa, cuya verdad ha sido concluida plausiblemente de los conocimientos previos, lo cual no debería invalidar las viejas conclusiones.

Aunque de manera superficial parecen ser similares la monotonía clásica y la monotonía cauta y racional, en realidad dos propiedades totalmente distintas.. La monotonía cauta o restringida es el inverso de la propiedad de corte: indica que la adición de alguno hecho a una consecuencia Φ que es puesta dentro del conjunto de premisas Γ no conduce a una disminución en el poder inferencial, siempre y cuando este nuevo hecho se encuentre de manera implícita en las premisas o en la conclusión. La monotonía cautelosa nos dice que la inferencia es una empresa acumulativa: podemos extraer hechos de las consecuencias que se pueden alternadamente utilizar como premisas adicionales, sin afectar el sistema de la conclusión.

Por el contrario, la monotonía racional no parece ser aceptada aún como una propiedad característica de la consecuencia lógica no monotónica. Quines postulan el uso de la monotonía racional son Kraus, Lehman y Magidor en su ensayo de 1990, la cual se aplica a las lógicas no monotónicas conocidas como intuicionistas, lógica condicional y lógica probabilística. La monotonía racional supone que un hecho Γ es independiente de un ϕ en el sentido que $\sim\phi$ no consecuencia no monotónica de Γ . De esta manera, si Γ se puede inferir de ψ ($\Gamma \approx \psi$) entonces $\Gamma \wedge \phi$ podemos inferir ψ ($\Gamma \wedge \phi \approx \psi$). No obstante esta aseveración parece ser muy fuerte afirmar que de dos hechos que son independientes uno del otro podemos derivar

algo que se encuentra en sólo uno de esos hechos, es decir, podemos sacar de la conclusión una premisa que no se encuentra implícitamente ni en la conclusión ni en las premisas

Tenemos la creencia inicial de que por medio de la moderna tecnología normalmente si el vuelo despegar a tiempo el vuelo arribara a tiempo a su destino.

- (A) El vuelo despegar a tiempo
- (B) Hay una tormenta
- Por lo tanto (C) El vuelo arribará a tiempo

De lo anterior podemos rechazar que (El vuelo despegar a tiempo) \wedge (hay una tormenta) \approx (El vuelo arribará a tiempo). Ya que las condiciones climáticas normalmente afectan la hora de partida y llegada de los vuelos

Aunque si podemos aceptar que (El vuelo despegar a tiempo) \approx (El vuelo arribará a tiempo) y además, podemos aseverar que no hay razones para aceptar que (El vuelo despegar a tiempo) \approx (no hay una tormenta)

Supongamos ahora que en una ciudad con clima tropical puede ser azotada de vez en cuando por una tormenta por lo que (El vuelo despegar a tiempo) $\not\approx$ (no hay una tormenta) y las inferencias de (El vuelo despegar a tiempo) \wedge (hay una tormenta) $\not\approx$ (El vuelo llegue a tiempo a su destino) y (El vuelo despegar a tiempo) \approx (El vuelo arribará a tiempo) parecen ser inferencias impecables que contradicen el principio de monotonía racional. El anterior ejemplo muestra el nivel problemático de aceptar la *monotonía racional* como una propiedad de la relación de consecuencia no-monotónica.

Conclusiones

Establecer un paradigma *inferencial racional* que se adecue con el contexto de la información y sea

capaz hacer retractable una conclusión cuando se acceda a información que la contradiga. Los agentes cognitivos realizan aseveraciones tomando en cuenta el *contexto de la información*, por ello, la lógica debe responder a esta exigencia y debe de asumir que es necesario establecer una inferencia racional que “*ofrezca mayor expresividad aunque brinde menos seguridad*”. Estos cambios en la noción de inferencia lógica por una inferencia racional son notorios cuando analizamos la relación de consecuencia no-monotónica y observamos que las propiedades que posee ya no corresponden ni se adecuan a la definición modelista (tradicional) de la relación de consecuencia lógica. Al parecer nuestra relación no-monotónica posee compromisos totalmente distintos a los de la noción de consecuencia lógica clásica como son:

- Abandono de la validez lógica
- Abandono de la consistencia lógica
- Rechazo de la acontextualidad del modelo inferencial clásico
- Abandono de la omnisciencia lógica
- Asume limitaciones informacionales de los agentes razonadores. La información que procesa un razonador puede ser incompleta, inconsistente e indeterminada.
- Asume que los razonadores poseen limitaciones temporales y acceso de la memoria. Un doctor de una sala de emergencias necesita hacer diagnósticos en un tiempo más rápido lo cual requiere de un acceso a su memoria superior del que requiere un medico en su consultorio cotidianamente.

La lógica clásica nos permite realizar inferencias seguras y consistentes, no obstante, los seres humanos no somos consistentes, por las inferencias que realizamos en la vida cotidiana tampoco lo son. El paradigma inferencial de la no-monotonicidad otorga una noción de

“racionalidad útil”⁵ que no consiste solamente en razonar correctamente garantizando el proceso de deducción lógica, la *racionalidad útil* toma en cuenta no sólo los propósitos de un agente razonador determinado sino también el dominio en el cual éste opera. El paradigma inferencial de la no-monotonicidad ya no se pregunta si las inferencias no son seguras le interesa más preguntarse si los pasos del razonamiento y sus conclusiones son adecuadas a los propósitos del agente razonador.

Referencias

- [1] Alchourrón, Carlos. “Concepciones de la Lógica” en Lógica. 1995. Trotta.
- [2] Antonelli, Aldo. (2001) “Non-monotonic logic”. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (11 de Diciembre 2001) URL <http://setis.library.usyd.edu.au/stanford/entries/logic-nonmonotonic/>
- [3] Ben-Eliyahu, Rachel. (1995) “Default Reasoning Using Classical Logic”. URL: <http://citeseer.ist.psu.edu/ben-eliyahu95default.html>.
- [4] Chesñevar, Carlos Iván y Simari, Guillermo Ricardo. (2001) “Consequence operators for defeasible argumentation: Characterization and logical properties”. URL: <http://cs.uns.edu.ar/~cic/2001/2001-cacic-Conseq/2001-cacic-conseq.pdf>
- [5] Corcoran, John (1972). Conceptual structure of classical logic. Philosophy and phenomenological research. Volumen 33.
- [6] Del Val, Alvaro (1997) “Non monotonic reasoning and belief revision: Syntactic, semantic, foundational and coherence approaches”. URL: www.ii.uam.es/~delval/ps/janc197-foundations.ps
- [7] Etchemendy, John. (1988) Tarski truth and logical consequence. The Journal Symbolic Logic, Volumen 53, número 1.
- [8] _____, (1990) The concept of logical consequence. Harvard University Press, Cambridge Massachusetts.
- [9] Gabbay, Dov, Woods, John y et. al. (2002) *Handbook of the logic Argument and Inference (The Turn Towards the Practical) Vol. 1*. North Holland Published
- [10] Gabbay, D.M. (1985) “theoretical foundations for non-monotonic reasoning in expert systems” aparece en logics and models of concurrent systems. Springer Verlag Berlín Heidelberg. pp 439-447.
- [11] Gómez-Torrente, Mario. (1996) Tarski on logical consequence., Notre Dame Journal of Formal Logic, volumen 37, número 1.

- [12] _____.(2000) A Note on Formality and Logical Consequence. Journal of Philosophical Logic. Volumen 29.
- [13] _____(2000) Forma y modalidad : una introducción al concepto de consecuencia lógica. Eudeba, Buenos Aires.
- [14] Jané, Ignacio (1988). Lógica y ontología. Theoria, número 10.
- [15] Jurjus, Herman y De Swart, Harrie.(2000) “*Implication with possible exceptions*”, The Journal of Symbolic Logic, Vol 60, Num. 1
- [16] Mcgee, Van.(1992) Two problems with Tarski’s theory of consequence. Proceedings of the Aristotelian Society, 92:273-292.
- [17] Makison,David.(2001) “Bridges between classical and nonmonotonic logic”. URL: www3.oup.co.uk/igpl/Volume_11/Issue_01/pdf/Makinson.pdf
- [18] Morado, Raymundo. (1998)“*Models for belief revision*”, en E. Villanueva(Ed.) *Rationality in epistemology*,Ridgeview, Atascadero,227-247.
- [19] Morado, Raymundo (2000) “*Nuevos paradigmas de la inferencia racional*”.En Carmen Trueba (comp.),*Racionalidad, lenguaje ,argumentación y acción*, UAM-I/Plaza yValdés, México, pp.89-99
- [20] Morado, Raymundo(2004) “*Problemas filosóficos de la lógica no-monotónica*”en [20]
- [21] Morado, Raymundo.(2003)“*Racionalidad y lógicas no-deductivas*”.Iztapalapa, año 24,No. 54. p. 131-144.
- [22] Morado, Raymundo.(2004)“*Some Key Noptions In Non-monotonic Reasoning*”. En Leonind Shemeremetov y Matias Alvarado (eds.) *Workshop on Intelligent Computing. WIC 2004, pp. 177-186.*
- [23] Orayen, Raúl y Moretti, Alberto (eds.) (2004)*Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía: Filosofía de la lógica. Trotta y Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 355p.*
- [24] Palau, Gladys.(1994). La noción Aristotélica de consecuencia lógica. Análisis filosófico, número 2.
- [25] Sagiüillo, José M.(1997).Logical consequence revisited. The Bulletin of Symbolic Logic, volumen 3, número 2.
- [26] Suppes, Patrick.(1988) Philosophical implications of Tarski’s work. The Journal Symbolic Logic,Volumen 53, número 1.
- [27] Tarski, Alfred (1936) . On the concept of logical consequence, . en [28]
- [28] Tarski, Alfred.(1935) “*Foundations of the calculus of Systems*” en [28]
- [29] Tarski, Alfred (1930a)“On some Fundamentals Concepts of Metamathematics en [28]
- [30] Tarski, Alfred (1930b) *Fundamental concepts of the methodology of the Deductive Sciences en[28]*
- [31] Tarski, Alfred (1983)*Logia, semantic, Metamathematics. Segunda edición, Hackett Publishing Company.*