

Fabio Tumazzo

LA LOGICA DELLE INFERENZE LOGICHE le principali forme di ragionamento plausibile

"Nessuna attività è di per sé razionale o irrazionale, logica o illogica; ma ciascuna lo diventa se è messa in rapporto con qualcos'altro e al vedere se lo soddisfa o no. Nel caso del "razionale" il rapporto è uno scopo che si intenda raggiungere [...] Nel caso del "logico" il rapporto è con le premesse date alla propria azione e la coerenza o la contraddittorietà di questa a loro proposito".
(Silvio Ceccato)

Questo *working paper* va preso con le molle. Non sono un esperto di logica e potrei aver sbagliato qualche passaggio. Sarò grato a chiunque mi segnali eventuali fallacie o incongruenze¹.

Teoria dei sistemi

Per "sistema" o "macchina" intendiamo, funzionalmente, un insieme di componenti che interagiscono tra loro. Questa "struttura" di relazioni può essere vista come una unità, e criterio per definire come "universo" un sistema è la sua "organizzazione".

La cibernetica offre agli osservatori un vocabolario e un insieme di concetti condivisi per modellare il comportamento dei sistemi deterministici con cui interagiscono, in particolare dei sistemi complessi (come quelli aperti all'energia ma chiusi all'informazione).

"La cibernetica tratta, non le cose, ma i modi di comportarsi. Non si chiede: "Cos'è questa cosa? "Ma" cosa fa? "... È quindi essenzialmente funzionale e comportamentistica ... La materialità è irrilevante, e così è il possesso o meno della legge ordinaria della fisica " (W. Ross Ashby)

Causa (input) ed effetto (output) caratterizzano il comportamento dei sistemi nella misura in cui sono in relazione stabile: uno-a-uno, multi-a-uno, uno-a-molti, multi-a-molti. Ogni forma di comportamento può essere descritta in due modi diversi a seconda che si assuma come riferimento la causa (che produce l'effetto riferito) o l'effetto (che si riduce alla causa riferita), per un totale di otto confronti:

- 1.a) causa ↔ effetto: determinismo *meccanicistico*;
- 1.b) effetto ↔ causa: *ordine* naturale;

- 2.a) cause → effetto: determinismo *entropico*;
- 2.b) effetto ← cause: *combinazione* naturale;

- 3.a) causa → effetti: determinismo *probabilistico*;
- 3.b) effetti ← causa: *mutazione* naturale;

- 4.a) cause →← effetti: determinismo *adattivo*;
- 4.b) effetti →← cause: *selezione* naturale.

¹Mail: fabio.tumazzo@gmail.com

CARDINALITA'	VINCOLO D'INTEGRITA'	RELAZIONE	PROCESSO
UNO-A-UNO	Causa necessaria e sufficiente per determinare effetto: $e_1 \neq e_2$ se e solo se $c_1 \neq c_2$ conserva distinzioni (covarianza)	Causa \leftrightarrow Effetto: DETERMINISMO <u>MECCANICISTICO</u> Effetto \leftrightarrow Causa: <u>ORDINE NATURALE</u>	Futuro: PREVEDIBILE Passato: REVERSIBILE
MOLTI-A-UNO	Causa sufficiente per determinare effetto: $e_1 \neq e_2$ solo se $c_1 \neq c_2$ distrugge distinzioni (equifinalità)	Cause \rightarrow Effetto: DETERMINISMO <u>ENTROPICO</u> Effetto \leftarrow Cause: <u>COMBINAZIONE NATURALE</u>	Futuro: PREVEDIBILE Passato: IRREVERSIBILE
UNO-A-MOLTI	Causa necessaria per determinare effetto: $e_1 \neq e_2$ se $c_1 \neq c_2$ crea distinzioni (equinizialità)	Causa \rightarrow Effetti: DETERMINISMO <u>PROBABILISTICO</u> Effetti \leftarrow Causa: <u>MUTAZIONE NATURALE</u>	Futuro: IMPREVEDIBILE Passato: REVERSIBILE
MOLTI-A-MOLTI	Causa circolare: crea e distrugge distinzioni (invarianza)	Cause $\rightarrow \leftarrow$ Effetti: DETERMINISMO <u>ADATTIVO</u> Effetti $\rightarrow \leftarrow$ Cause: <u>SELEZIONE NATURALE</u>	Futuro: IMPREVEDIBILE Passato: IRREVERSIBILE

La relazione di causalità (F. Heylighen, 1989) rivisitato

Inferenza determinista

Per predire il comportamento deterministico di un sistema meccanicistico (relazione causa/effetto uno-a-uno) o entropico (multi-a-uno) basta una *logica monotonica*, quella basata sulla deduzione conclusiva. Per spiegare il comportamento deterministico di un sistema meccanicistico (uno-a-uno) o probabilistico (uno-a-molti) basta una *logica bivalente*, tale per cui un'asserzione non vera sarà falsa e viceversa.

Per spiegare e predire il comportamento deterministico di un sistema adattivo (multi-a-molti) occorre una logica *non monotonica*, tale per cui il valore di verità di un'affermazione non è immutabile, ma può cambiare all'occorrenza di nuove esperienze, e *non bivalente* ossia non c'è verità assoluta in un'asserzione, solo differenti gradi di supporto o negazione.

L'inferenza logica deterministica standard (causale) e non standard (evidenziale) consiste nel combinare delle evidenze empiriche con delle conoscenze di fondo:

Inferenza Deterministica: EVIDENZA empirica and CONOSCENZA di fondo \neq CREDENZA

Conoscenza di fondo: Condizionali, *if p then q*, che codificano la tendenza delle cose ad accadere in base ai paradigmi che ci siamo costruiti in passato. Un condizionale progressivo interpretato nel contesto di uno schema deterministico può essere tradotto come *regola causale*: "se (causa),

allora (effetto)". Nella misura in cui possiamo individuare solo una causa dominante, l'effetto può essere trattato come *evidenza* per concludere la presenza o la precedente esistenza della causa, il che ci porta ad un condizionale nella direzione opposta, regressivo, alla *regola evidenziale*: "se (effetto), allora (causa)".

Evidenze empiriche: Casi correnti e/o Fatti osservati che, in base al ruolo - causa o effetto – assunto nel ragionamento, sintetizzano l'impatto di ciò che sta attualmente capitando nell'universo del discorso.

Credenza: combinazione delle due, ossia consiste in asserzioni circa una situazione specifica inferita applicando una conoscenza generica ad un insieme di asseriti evidenti. Ad esempio, la proposizione "gli uccelli di solito volano" codifica la conoscenza che ci siamo costituiti circa le capacità di volare degli uccelli. La proposizione "Titty è un uccello" sintetizza le osservazioni che abbiamo fatto circa un oggetto chiamato Titty. La frase "Titty vola" rappresenta una credenza, uno stato di fiducia nelle capacità di Titty, derivante dalla combinazione della conoscenza generica (sugli uccelli) e della evidenza specifica (su Titty).

L'inferenza deterministica (causale o evidenziale) è in particolare il ragionamento finalizzato a compiere "predizioni", "spiegazioni" e "descrizioni":

Inferenza Predittiva : CAUSA and CONOSCENZA DI FONDO \models EFFETTO

Inferenza Esplicativa: EFFETTO and CONOSCENZA DI FONDO \models CAUSA

Inferenza Descrittiva: CAUSA and EFFETTO \models CONOSCENZA DI FONDO

La predizione serve a testare le conoscenze, la spiegazione consiste nell'elaborare le conoscenze, la descrizione nel generare le conoscenze.

Condizionali, regole causali, regole evidenziali

In logica, una proposizione è detta *condizione necessaria* di un'altra quando la seconda non può essere vera se la prima è falsa, e una proposizione è *condizione sufficiente* per un'altra quando la prima non può essere vera se la seconda è falsa. Queste due condizioni possono essere formalizzate in positivo o in negativo.

Per la sufficienza:

1.a - Se si è verificata la causa, l'effetto segue/deve sempre seguire.

2.a - Se l'effetto non si è verificato, la causa non lo ha preceduto.

Per la necessità:

1.b - Se l'effetto si verifica, la causa deve essere precedente.

2.b - Se la causa è assente, l'effetto non può aver luogo

La *conoscenza di fondo* dietro ogni ragionamento causale viene espressa mediante condizionali. La scelta di formalizzare le condizioni di sufficienza e necessità in un modo piuttosto che in altro dipende da due fattori.

Il primo fattore da tenere in considerazione è la *polarità* dell'enunciato. È stato assodato che partendo da una premessa contenente una negazione è più difficile ragionarsi sopra rispetto a una premessa affermativa.

Il secondo principio da tener presente è quello di *priorità causale*, il fatto che le cause moventi/efficienti devono precedere per definizione i loro effetti e non viceversa. Giocoforza, sarebbe più facile pensare le relazioni causali mediante regole progressive (causa \rightarrow c effetto).

Eppure, quando ragioniamo pragmaticamente su un argomento di cui abbiamo poche certezze ma molta esperienza, ci verrà più congeniale usare la *logica non standard*, la cosiddetta inferenza *evidenziale* basata su conoscenze di fondo formalizzate come regole regressive (effetto → e causa).

Ragionamento Plausibile

Finora ci siamo limitati ai condizionali unicasuali (uno-a-uno o multi-a-uno), dove una singola causa è collegata a un singolo effetto. Tuttavia, nella vita quotidiana difficilmente saremo certi di un condizionale causale o evidenziale. Le condizioni sufficienti e quelle necessarie non sono quasi mai tali al 100%. Le inferenze conclusive sono quelle basate su condizionali considerati sempre validi, *indipendenti dal dominio* del discorso. Le inferenze contingenti, invece, sono quelle basate su condizionali che esprimono relazioni *dipendenti dal dominio*, che rappresentano conoscenze non completamente certe ma solo probabili: CAUSA → c P(EFFETTO) e EFFETTO → e P(CAUSA). Quando la probabilità P è alta (il che avviene quando c'è una sola regola, o comunque una sola regola dominante in un certo contesto), queste conoscenze di fondo non certe al 100% ma verosimili, che solitamente, normalmente, tipicamente vengono accettate come paradigma del ripetibile, sono dette "regole di *default*" :

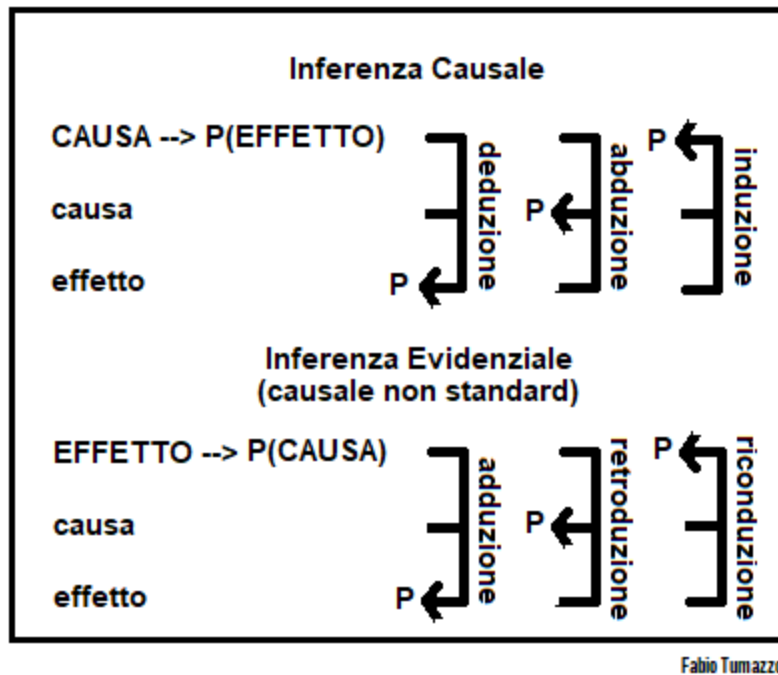
regola causale di default: if CAUSA then P(EFFETTO),

regola evidenziale di default: if EFFETTO then P(CAUSA),

con P altissima in quanto consistente con tutte le informazioni possedute in quel momento.

Se al momento non c'è niente ad indicarci che qualcosa sarà differente dal paradigma della normalità, allora possiamo assumere per default che quella conoscenza di fondo è appropriata. La regola conclusiva sarà valida fino a quando un fenomeno non la falsificherà, mentre l'eventuale presenza di un fenomeno non conforme alla legge di default potrebbe essere sanata a carico del confrontato differente, mantenendo valida la regola contingente (finché le anomalie non saranno troppe).

Pierce chiama "deduzione", "abduzione" e "induzione" l'inferenza causale predittiva, esplicativa e descrittiva. Propongo ora di chiamare "adduzione", "retroduzione" e "riconduzione" il loro inverso, il corrispettivo evidenziale.



Le principali forme di ragionamento plausibile

Deduzione deterministica/predizione causale

causa and $CAUSA \rightarrow P(EFFETTO) \models P(\text{effetto})$

input:

la situazione corrente è condizionata dal fuoco

conoscenze di fondo:

il fuoco provoca il fumo

output:

nella situazione corrente ci aspettiamo necessariamente del fumo

Con la *deduzione conclusiva* ($P=1$) si prevede un fenomeno in maniera *tautologica* perché, per definizione, una regola causale per essere considerata vera si deve poter ripetere uguale. Ad esempio, la legge secondo cui il fuoco determina il fumo è fattualmente vera se e solo se tutte le volte che accendi un fuoco allora si genera il fumo. Va tuttavia precisato che la conclusione di una deduzione sarà certamente valida ma potrebbe non essere vera.

Il rompicapo sparisce se si chiarisce che le premesse di un sillogismo devono essere considerata un *ipotesi* e dovrebbero essere precedute da "se". La loro relazione fattuale verso il mondo esperienziale è irrilevante per il normale funzionamento della logica. Se le consideriamo proposizioni "come se", stabiliamo che, per il momento e durante le fasi di procedura seguenti, non le metteremo in discussione. Quindi la certezza della conclusione sorge dal fatto che le situazioni specificate nelle premesse sono *postulate* e, quindi, non vanno messe in discussione nel corso della procedura. (Glaserfeld, 2015, p.213)

La *Deduzione Contingente* deriva dall'assumere come conoscenza di fondo una regola vera solo secondo una certa probabilità: $CAUSA \rightarrow P(EFFETTO)$. Se la probabilità P che si verifichi l'effetto è "al di là di ogni ragionevole dubbio", nel senso di "nessuna alternativa plausibile", otteniamo la

cosiddetta *regola di default*, una conoscenza presunta vera ma confutabile, da cui la *deduzione contingente* conseguente. Ad esempio:

Il condor è un uccello e gli uccelli - a parte galline, pinguini e struzzi - *di solito* volano, perciò *verosimilmente* il condor vola (fino a prova contraria).

Con i metodi diversi dalla deduzione conclusiva, i cosiddetti "ragionamenti plausibili", si prevede o si spiega un fenomeno in maniera non tautologica, ampliando il contenuto finale rispetto al contenuto iniziale, anche se ogni conclusione non monotona può essere successivamente confutata dalla prova dei fatti.

Adduzione deterministica/predizione evidenziale

causa and EFFETTO $\rightarrow P(\text{CAUSA}) \neq P(\text{effetto})$

input:

la situazione corrente è condizionata dal fuoco

conoscenze di fondo: .

il fumo suggerisce solitamente il fuoco

i lapilli suggeriscono solitamente il fuoco

output:

nella situazione corrente ci aspettiamo tipicamente fumo e lapilli

L'adduzione può essere vista come un'abduzione inversa (con regola evidenziale). Nella abduzione, come vedremo, cause diverse che determinino lo stesso effetto sono alternative tra loro. Nell'adduzione, invece, effetti diversi che suggeriscono la stessa causa sono complementari tra loro. Data la causa ci aspettiamo come effetto ipotetico la somma degli evidenze potenziali.

Abduzione deterministica/spiegazione causale

effetto and CAUSA $\rightarrow P(\text{EFFETTO}) \neq P(\text{causa})$

input:

nella situazione corrente appare del fumo

conoscenze di fondo:

il fuoco provoca il fumo

il ghiaccio secco provoca il fumo

output:

la situazione corrente può essere spiegata o dal fuoco o dal ghiaccio secco

Con l'abduzione si spiega una cosa non conforme al paradigma introducendo un precedente eccezionale che tuttavia conferma la legge: inferenza *a posteriori* ossia orientata al passato. Ecco che il fumo può essere spiegato congetturando la possibilità che ci sia stato un fuoco, ma quanto sarà viabile tale ipotesi? E quali sono i criteri che rendono più adatta al contesto una spiegazione ipotetica piuttosto che un'altra? Le caratteristiche desiderabili delle congetture affinché siano viabili sono l' "utilità", la "generalità" e soprattutto la "plausibilità" dell'ipotesi che dipende dalla "soglia con cui traccia all'indietro una mutua implicazione" (Michalski, 1999). Il fuoco provoca fumo (primo condizionale) quindi osservando del fumo posso ipotizzare la presenza del fuoco. Anche il ghiaccio secco genera fumo (secondo condizionale) e quindi può essere assunto come

causa dell'osservazione; tuttavia questa seconda ipotesi è meno plausibile della prima perché a parte ai concerti e in certi gala il fumo suggerisce quasi sempre il fuoco e quasi mai il ghiaccio secco.

Retroduzione deterministica/spiegazione evidenziale

effetto and EFFETTO $\rightarrow P(\text{CAUSA}) \neq P(\text{causa})$

Per individuare tra le possibili spiegazioni dell'evidenza in esame quelle più plausibili devo dunque procedere a ritroso, dalle ipotesi alle evidenze. Ciò significa che dovrei predire (dedurre o addurre) le evidenze che mi aspetterei di trovare se le congetture assunte ora come premesse fossero vere, per poi confrontare i risultati così ottenuti con le altre evidenze a disposizione mediante *retroduzione* (Tillers & Schum, 1991).

La retroduzione può essere vista come un *deduzione inversa* (con regola evidenziale).

Questo procedere a ritroso permette di *selezionare* l'ipotesi migliore, di *validarla*, o *eliminare* la concorrente.

selezione:

input: c'è fumo

conoscenze di fondo:

1) il fumo suggerisce solitamente il fuoco 2) il fumo suggerisce raramente ghiaccio secco

output: plausibilmente il fuoco ha causato il fumo

validazione:

input: nella situazione corrente appaiono fumo e lapilli

conoscenze di fondo:

1) il fumo è di solito evidenza per il fuoco 2) i lapilli sono di solito evidenze per il fuoco

output: la situazione corrente è plausibilmente spiegata dal fuoco

eliminazione: (retroduzione + deduzione/modus tollens)

input: c'è fumo ma non lapilli

conoscenze di fondo: il fumo suggerisce fuoco o ghiaccio secco e l'assenza di lapilli esclude fuoco

output: plausibilmente il ghiaccio secco ha causato il fumo

Induzione deterministica/descrizione causale

causa and $P(\text{effetto}) \neq \text{CAUSA} \rightarrow P(\text{EFFETTO})$

caso: questi fuochi

fatto: fumo generato da questi fuochi

regola: forse tutti i fuochi generano fumo ossia probabilmente il fuoco provoca il fumo

Si può essere certi che statisticamente alcune esperienze dipendono da altre. L'induzione cerca proprio di collegare delle evidenze empiriche co-occorrenti, mediante una relazione causa-effetto. Ma dato che niente può essere definito di per sé come causa o come effetto, il risultato indotto sarà, dal punto di vista logico, sempre e solo ipotetico. Seguono due corollari: 1) la direzione del legame non può essere stabilita dalla stessa associazione; 2) la forza dell'associazione non ci dice niente circa la natura della connessione (es. causale).

Più sono i fenomeni che si ripetono uguali più è credibile la descrizione del comportamento del sistema: *induzione enumerativa*. Di conseguenza, il ragionamento induttivo consiste nel "congiungere i fenomeni man mano che vengono ripetuti alla legge che afferma la loro ripetibilità" (Vaccarino, 1988, p. 128). Si introduce qualcosa di sistematico con cui estendere o rivedere il paradigma per evitare nuovi imprevisti in futuro. In questo senso l'induzione può essere vista come la predizione che un fenomeno particolare seguirà la legge che si ricava dall'osservazione di n esemplari della stessa classe: "il prossimo fuoco genererà del fumo". L'induzione può anche essere considerata una sorta di META-ABDUZIONE:

causa \wedge effetto and [(CAUSA \rightarrow EFFETTO) \rightarrow causa \wedge effetto] \models CAUSA \rightarrow EFFETTO

In questo senso può essere vista come la spiegazione di una differenza tra legge e fenomeno. Più che il "fatto osservato", la meta-abduzione spiega "l'evento dell'osservazione di qualche fatto" (Josephson, 1996, p. 11). Come dire che tutti i fenomeni osservati mostrano una certa proprietà perché una legge ha stabilito che tutti i fenomeni devono avere quella proprietà. Nell'esempio, poiché molti fuochi sono seguiti immediatamente dal fumo possiamo considerare 'normale' che il fuoco provoca il fumo (nuova 'regola' assunta come legge) e così si giustifica il fumo come ripetizione della nuova legge.

input:

quel fuoco specifico generante del fumo

conoscenze di fondo:

se in generale il fuoco determina il fumo allora il fuoco in corso deve generare del fumo

output:

forse tutti i fuochi generano fumo ossia probabilmente il fuoco provoca il fumo

L'INDUZIONE MATEMATICA utilizzata per dimostrare teoremi può essere considerata una forma di deduzione conclusiva: basta non postulare una esistenza ontologica dei numeri infiniti naturali indipendente dalle operazioni mentali. Il principio di induzione completo, su cui essa si basa, afferma che "se certe proprietà sono godute dallo zero e se per ogni numero si trasferiscono al successivo, allora sono godute da tutti i numeri" (Vaccarino, 1988, p. 39). Possiamo ora ridurre tale principio alla semplice 'deduzione' che "quelle proprietà sono godute da ogni numero successivo perché i 'numeri' sono categorie che si ottengono in modo seriale iterando la stessa operazione" (Vaccarino, 1988, p. 39).

Riconduzione deterministica/descrizione evidenziale

effetto and $P(\text{causa}) \models \text{EFFETTO} \rightarrow P(\text{CAUSA})$

Con la *riconduzione* il ragionamento è simile a quello dell'induzione. Si considera normale che ciò che è successo una volta succederà ancora, che i fenomeni tipicamente si ripetono uguali a quanto stabilito da una regola, sta volta regressiva, assunta come legge: If EFFETTO then P(CAUSA).

La riconduzione può essere vista come un *induzione inversa* (che conduce ad una regola evidenziale):

caso: questi fuochi

fatto: questi fuochi generano fumo

regola: forse il fumo suggerisce il fuoco

Se aggiungiamo il fatto che quei fuochi in esame generano anche lapilli possiamo ricondurre gli effetti alla regola: il fumo e i lapilli suggeriscono il fuoco.

Se aggiungiamo l'osservazione che si sente odore di legna bruciata, la riconduzione diventa ancora più attendibile: fumo, lapilli, odore di bruciato sono evidenze della presenza o precedente esistenza del fuoco. Più aumentano le *evidenze specifiche* incluse nella conclusione EFFETTI → e $P(\text{CAUSA})$ più sarà credibile (più la probabilità P si avvicina ad 1).

L'induzione va vista come una *generalizzazione*, per cui tanto più numerosi sono i fenomeni uguali osservati tanto maggiore sarà l'attendibilità della legge progressiva indotta. La riconduzione va invece vista come una *specificazione*, per cui tanto più numerosi sono i fenomeni diversi osservati tanto maggiore sarà l'attendibilità della legge regressiva a cui vanno ricondotti.

Se poi combiniamo l'induzione con la riconduzione otteniamo quella che in AI è chiamata ESEMPLIFICAZIONE:

input: CAUSA

conoscenze di fondo: CAUSA → EFFETTO₁, CAUSA → EFFETTO₂, ... , CAUSA → EFFETTO_n

output: EFFETTO₁ and EFFETTO₂ and ... EFFETTO_n : CAUSA

Inferenza logica standard e non standard

Procedo ora a generalizzare il discorso appena fatto per l'inferenza causale.

La logica formale è una invenzione per scoprire cosa comportano altre invenzioni, uno strumento intersoggettivo per compiere un ragionamento corretto. Possiamo definire il ragionamento come il processo mentale con cui elaboriamo degli enunciati veri o presunti tali per ottenere delle altre verità o presunte tali. La logica, intesa come studio del ragionamento, ci dice quindi come passare coerentemente da delle premesse a delle conclusioni. A tal scopo le procedure inferenziali definiscono come debba avvenire tale processo, ci dicono come passare da un antecedente a un conseguente stabilendo le proprietà di un insieme date le proprietà di un altro insieme:

Inferenza: PREMESSE \models CONCLUSIONI

Un ragionamento è *valido* se la conclusione è validamente inferita dalle premesse, ed è considerato *corretto* quando le premesse sono considerati vere. I fattori da tenere in considerazione sono:

1) *Caso* - situazione corrente.

2) *Fatti* - fattori dati per assodati, osservativi (empirici) o categoriali (assiomatici).

3) *Regole di produzione* - la regola è una premessa che funge da termine medio (cerniera tra caso e fatto). Le *regole* sono generalmente espresse in forma di *condizionale*: *IF condizione THEN conclusione*. Le regole condizionali sono usate per esprimere una grande varietà di relazioni, come la *causazione orizzontale* (se premo l'interruttore si accende la luce), la *causazione verticale* ossia le *attribuzioni di proprietà* (se è un cigno allora vola e nuota), le *regolamentazioni deontiche* (se stai bevendo alcolici devi essere maggiorenne), ecc... I condizionali ci permettono di ipotizzare ciò che potrebbe o dovrebbe accadere se le condizioni espresse nell'antecedente fossero soddisfatte. Perciò influenzano il nostro processo decisionale. Possiamo distinguere le regole condizionali "progressive" dove p è chiamato *antecedente* e q il *conseguente*, da quelle "regressive" dove, viceversa, p rappresenta il conseguente e q l'antecedente.

Dalle 4 cause Aristoteliche possiamo ricavarci 4 regole progressive e 4 regole regressive.

CAUSA	Regola Progressiva	Regola Regressiva
movente	CAUSA(processo)→cEFFETTO(processo)	EFFETTO(processo) →eCAUSA(processo)
finale	SCOPO(programma)→fnPRECONDIZIONE(programma)	PRECONDIZIONE (programma) →s SCOPO(programma)
materiale	MATERIA(forma) →mNATURA(forma)	NATURA(forma) →n MATERIA(forma)
formale	FORMA(materia) →f NATURA(materia)	NATURA(materia) →n FORMA(materia)

→c: imp. causale →e: imp. evidenziale →fn: imp. funzionale →s: imp. strategica →m: imp. materiale →n: imp. naturale →f: imp. formale

Pierce ha chiamato le inferenze logiche standard (basate sulle regole condizionali progressive):

deduzione - caso and regola progressiva |= fatto,

abduzione - fatto and regola progressiva |= caso,

induzione - caso and fatto |= regola progressiva.

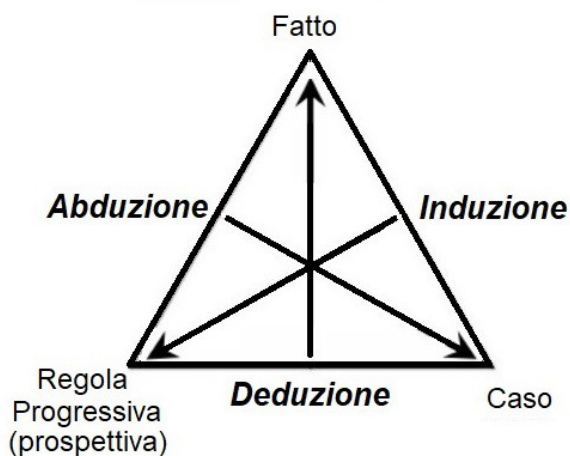
Si può ora convenire di chiamare le inferenze logiche non standard (basate sulle regole condizionali regressive):

retroduzione (deduzione inversa) - caso and regola regressiva |= fatto,

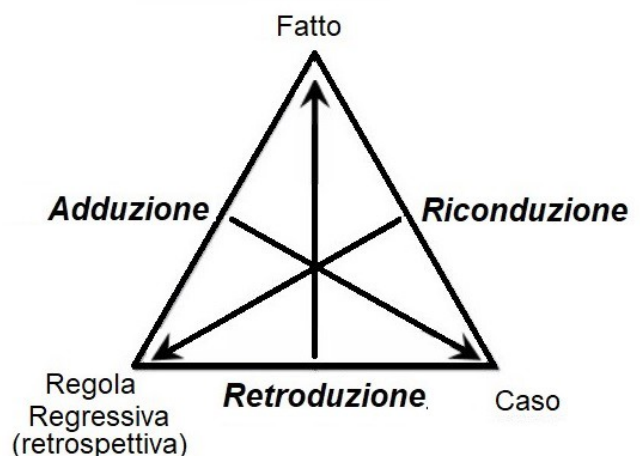
adduzione (abduzione inversa) - fatto and regola regressiva |= caso,

riconduzione (induzione inversa)- caso and fatto |= regola regressiva.

In questo particolare contesto, fatti e caso sono intercambiabili. La stessa evidenza assunta come riferimento sarà detta caso, come riferito sarà detta fatto.



INFERENZA LOGICA STANDARD



INFERENZA LOGICA NON STANDARD

Fabio Tuzazzo

Il triangolo inferenziale di Pierce e il mio

Dalla causa movente ricaviamo l'inferenza causale e quella evidenziale.

CAUSA MOVENTE	PREDIZIONE	SPIEGAZIONE	DESCRIZIONE
<i>Inferenza Causale</i>	<p>Deduzione</p> <p>CAUSA(situazione corrente) $\forall x, CAUSA(x) \rightarrow cEFFETTO(x)$</p> <p>-----</p> <p>EFFETTO(situazione corrente)</p>	<p>Abduzione</p> <p>EFFETTO(situazione corrente) $\forall x, CAUSA(x) \rightarrow cEFFETTO(x)$</p> <p>-----</p> <p>CAUSA(situazione corrente)</p>	<p>Induzione</p> <p>CAUSA(situazione corrente) EFFETTO(situazione corrente)</p> <p>-----</p> <p>$\forall x, CAUSA(x) \rightarrow cEFFETTO(x)$</p>
<i>Inferenza Evidenziale</i>	<p>Adduzione</p> <p>CAUSA(situazione corrente) $\forall x, EFFETTO(x) \rightarrow eCAUSA(x)$</p> <p>-----</p> <p>EFFETTO(situazione corrente)</p>	<p>Retroduzione</p> <p>EFFETTO(situazione corrente) $\forall x, EFFETTO(x) \rightarrow eCAUSA(x)$</p> <p>-----</p> <p>CAUSA(situazione corrente)</p>	<p>Riconduzione</p> <p>CAUSA(situazione corrente) EFFETTO(situazione corrente)</p> <p>-----</p> <p>$\forall x, EFFETTO(x) \rightarrow eCAUSA(x)$</p>

Dalla causa finale ricaviamo l'inferenza funzionale e quella strategica.

CAUSA FINALE	PROGRAMMAZIONE	GIUSTIFICAZIONE	PIANIFICAZIONE
<i>Inferenza Funzionale</i>	<p>Deduzione</p> <p>SCOPO(programma) $\forall x, SCOPO(x) \rightarrow fnPRECOND(x)$</p> <p>-----</p> <p>PRECONDIZIONE(programma)</p>	<p>Abduzione</p> <p>PRECONDIZIONE(programma) $\forall x, SCOPO(x) \rightarrow fnPRECOND(x)$</p> <p>-----</p> <p>SCOPO(programma)</p>	<p>Induzione</p> <p>SCOPO(programma) PRECONDIZIONE(programma)</p> <p>-----</p> <p>$\forall x, SCOPO(x) \rightarrow fnPRECOND(x)$</p>
<i>Inferenza Strategica</i>	<p>Adduzione</p> <p>SCOPO(programma) $\forall x, PRECOND(x) \rightarrow sSCOPO(x)$</p> <p>-----</p> <p>PRECONDIZIONE(programma)</p>	<p>Retroduzione</p> <p>PRECONDIZIONE(programma) $\forall x, PRECOND(x) \rightarrow sSCOPO(x)$</p> <p>-----</p> <p>SCOPO(programma)</p>	<p>Riconduzione</p> <p>SCOPO(programma) PRECONDIZIONE(programma)</p> <p>-----</p> <p>$\forall x, PRECOND(x) \rightarrow sSCOPO(x)$</p>

Dalla causazione orizzontale (causa movente + causa finale) deriva l'inferenza context-sensitive, basata sulla ricerca di soluzioni, pragmatica.

CAUSAZIONE ORIZZONTALE	ASPETTATIVA	NORMALIZZAZIONE	PARADIGMAZIONE
<i>Inferenza Pragmatica Prospettica</i>	<p>Deduzione</p> <p>antecedente $ANTEC. \rightarrow P(CONSEG.)$</p> <p>-----</p> <p>$P(\text{conseguente})$</p>	<p>Abduzione</p> <p>conseguente $ANTEC. \rightarrow P(CONSEG.)$</p> <p>-----</p> <p>$P(\text{antecedente})$</p>	<p>Induzione</p> <p>antecedente $P(\text{conseguente})$</p> <p>-----</p> <p>$ANTEC. \rightarrow P(CONSEG.)$</p>
<i>Inferenza Pragmatica Retrospettica</i>	<p>Adduzione</p> <p>antecedente $CONSEG. \rightarrow P(ANTEC.)$</p> <p>-----</p> <p>$P(\text{conseguente})$</p>	<p>Retroduzione</p> <p>conseguente $CONSEG. \rightarrow P(ANTEC.)$</p> <p>-----</p> <p>$P(\text{antecedente})$</p>	<p>Riconduzione</p> <p>conseguente $P(\text{antecedente})$</p> <p>-----</p> <p>$CONSEG. \rightarrow P(ANTEC.)$</p>

Dalla causa formale ricaviamo l'inferenza formale e quella naturale (da non confondersi con le omonime inferenze della logica classica).

CAUSA FORMALE	MODELLAZIONE	ASTRAZIONE	DEFINIZIONE
Inferenza Formale	<p>Deduzione</p> <p>FORMA(materia) $FORMA(x) \rightarrow fNATURA(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>NATURA(materia)</p>	<p>Abbduzione</p> <p>NATURA(materia) $FORMA(x) \rightarrow fNATURA(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>FORMA(materia)</p>	<p>Induzione</p> <p>NATURA(materia) FORMA(materia)</p> <p>-----</p> <p>$FORMA(x) \rightarrow fNATURA(x), \forall x$</p>
Inferenza Naturale	<p>Adduzione</p> <p>FORMA(materia) $NATURA(x) \rightarrow nFORMA(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>NATURA(materia)</p>	<p>Retroduzione</p> <p>NATURA(materia) $NATURA(x) \rightarrow nFORMA(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>FORMA(materia)</p>	<p>Riconduzione</p> <p>NATURA(materia) FORMA(materia)</p> <p>-----</p> <p>$NATURA(x) \rightarrow nFORMA(x), \forall x$</p>

Dalla causa materiale ricaviamo l'inferenza materiale e quella naturale (da non confondersi con le omonime inferenze della logica classica).

CAUSA MATERIALE	COMPOSIZIONE	CONCRETIZZAZIONE	DEFINIZIONE
Inferenza Materiale	<p>Deduzione</p> <p>MATERIA(forma) $MATERIA(x) \rightarrow mNATURA(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>NATURA(forma)</p>	<p>Abduzione</p> <p>NATURA(forma) $MATERIA(x) \rightarrow mNATURA(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>MATERIA(forma)</p>	<p>Induzione</p> <p>MATERIA(forma) NATURA(forma)</p> <p>-----</p> <p>$MATERIA(x) \rightarrow mNATURA(x), \forall x$</p>
Inferenza Naturale	<p>Adduzione</p> <p>MATERIA (forma) $NATURA(x) \rightarrow nMATERIA (x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>NATURA(forma)</p>	<p>Retroduzione</p> <p>NATURA(forma) $NATURA(x) \rightarrow nMATERIA(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>MATERIA(forma)</p>	<p>Riconduzione</p> <p>NATURA(forma) MATERIA(forma)</p> <p>-----</p> <p>$NATURA(x) \rightarrow nMATERIA(x), \forall x$</p>

Dalla causazione verticale (causa materiale + causa formale) deriva l'inferenza context-free, basata sull'attribuzione di proprietà, argomentativa.

CAUSAZIONE VERTICALE	TESI	IPOSTESI	SINTESI
Inferenza Argomentativa Categoriale	<p>Deduzione</p> <p>caso: A (C) regola: $A(x) \rightarrow ct B(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>fatto: A(C):B(C)</p>	<p>Abduzione</p> <p>fatto: ?(C):B(C) regola: $A(x) \rightarrow ct B(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>caso: A(C)</p>	<p>Induzione</p> <p>caso: A(C) fatto: A(C):B(C)</p> <p>-----</p> <p>regola: $A(x) \rightarrow ct B(x), \forall x$</p>
Inferenza Argomentativa Naturale	<p>Adduzione</p> <p>fatto: A(C):?(C) regola: $B(x) \rightarrow nA(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>caso: B(C)</p>	<p>Retroduzione</p> <p>caso: B(C) regola: $B(x) \rightarrow nA(x), \forall x$</p> <p>-----</p> <p>fatto: A(C):B(C)</p>	<p>Riconduzione</p> <p>caso: B(C) fatto: A(C):B(C)</p> <p>-----</p> <p>regola: $B(x) \rightarrow nA(x), \forall x$</p>

C sta per "caso in esame"

: sta per "fatto come" (è, ha proprietà, è prerequisito di, giustifica)

→ sta per "implica" (è condizione per, è istanza di, presagisce, determina, fa derivare, if ... then ...)
?(C):B(C) sta per "dato B(C), quali sono le istanze di B(C)?"
A(C):?(C) sta per "dato A(C), quali sono le proprietà di A(C)?"

Deduzione argomentativa/tesi categoriale

if A(C) and A(x) → ct B(x) then certamente B(C)

caso: C appartiene ad A

regola categoriale certa: tutti gli elementi di A hanno proprietà B

fatto certo: C ha proprietà B

questi animali sono cigni ∧ tutti i cigni nuotano e volano |= questi animali nuotano e volano

Adduzione argomentativa/tesi naturale

If A(C) and B(x) → n A(x) then tipicamente B(C)

fatto: C appartiene ad A

regola naturale ipotetica: gli esemplari con proprietà B appartengono ad A

caso ipotetico: gli elementi di C hanno proprietà B

questo animale è un cigno ∧ la capacità di un animale di volare e nuotare suggerisce la possibilità che sia un cigno
|= questo animale verosimilmente vola e nuota

Abduzione argomentativa/ipotesi categoriale

if B(C) and A(X) → ct B(X) then possibilmente A(C)

fatto: C ha proprietà B

regola categoriale certa: tutti gli elementi di A hanno proprietà B

caso ipotetico: C appartiene ad A

questi animali volano ∧ tutti i cigni volano |= possiamo ipotizzare che questi animali siano cigni

Retroduzione argomentativa/ipotesi naturale

If B(C) and B(X) → n A(X) then tipicamente A(C)

caso: C ha proprietà B

regola naturale ipotetica: gli esemplari con proprietà B appartengono ad A

fatto: tutti gli elementi di C appartengono ad A

questo animale vola e nuota ∧ la capacità di un animale di volare e nuotare suggerisce la possibilità che sia un cigno
|= è plausibile che questo animale sia un cigno

Induzione argomentativa/sintesi categoriale

if A(C) and B(C) then probabilmente $A(X) \rightarrow_{ct} B(X)$

caso: C appartiene ad A

fatto: C ha proprietà B

regola categoriale ipotetica: tutti gli elementi di A hanno proprietà B

questi animali sono uccelli \wedge questi uccelli volano \models forse tutti gli uccelli volano

Assumiamo ora come regola generale che "tutti gli uccelli volano" ossia "se è un uccello allora vola". Il fenomeno differente, la presenza di "un uccello che non vola" può essere visto logicamente come una prova che falsifica l'assunzione iniziale, per cui si dovrà procedere a cambiare la legge, almeno in parte: tutti gli uccelli tranne la gallina, il pinguino, lo struzzo volano. A questo punto un fenomeno differente può essere sanato mantenendo invariato il paradigma, assumendo che quell'anomalia sia stata provocata ad esempio da un ala rotta del soggetto. In questo caso si potrebbe arricchire il paradigma: "tutti gli uccelli adulti, sani a parte galline, struzzi, pinguini volano". O più semplicemente si potrebbe vedere la differenza come un'eccezione che conferma la regola: "di solito gli uccelli tranne quei tre volano". Questo tipo di conoscenze di fondo normalmente accettate sono dette *regole progressive di default*. Essendo ricavate per induzione non saranno mai certe al 100 per 100, forse un giorno si scoprirà un'altra specie di uccelli incapace di volare.

Riconduzione argomentativa/sintesi naturale

if B(C) and A(C) then probabilmente $B(X) \rightarrow_n A(X)$

caso: C ha proprietà B

fatto: C appartiene ad A

regola naturale ipotetica: tutti gli esemplari con proprietà B appartengono ad A

questi cigni volano e nuotano \wedge questi animali sono cigni

\models la capacità di un animale di volare e nuotare suggerisce la possibilità che sia un cigno

Bibliografia

Glaserfeld, E.V. (2015): *Il costruttivismo radicale*, Roma: Odradek. I edizione, *Radical Constructivism: a way of knowing and learning*, London: Falmen Press.

Heylighen F. (1989): *Causality as Distinction Conservation: a theory of predictability, reversibility and time order*, *Cybernetics and Systems* 20, p. 361-384.

Josephson, S., & Josephson, J., (1996): *Abductive Inference*, Cambridge: Cambridge University Press.

Michalski, R.S. (1999): *The inferential theory of learning: developing foundation for multistrategy learning*, Morgan-Kaufmann.

Pearl J. (1988): *Embracing Causality in Default Reasoning*, North-Holland: Elsevier Science Publishers.

Tillers, P., & Schum, D., (1991): *A Theory of Preliminary Fact Investigation*, da: *U.C. Davis L. Rev.* 931 (invited paper) draft version of paper w/o footnotes.

Vaccarino, G., (1988): *Scienza e semantica costruttivista*, Milano:Clup.