

WORKING PAPER

IRPPS WP122

HIN (Health Issue Network)
**Rete dei problemi di
salute**
**Uso delle reti di Petri per
l'educazione nelle scienze
mediche**

NOVEMBRE 2020

**Fabrizio L. Ricci, Fabrizio Consorti,
Fabrizio Pecoraro, Daniela Luzi,
Oscar Tamburis**

CNR – IRPPS

HIN (Health Issue Network). Rete dei problemi di salute. Uso delle reti di Petri per l'educazione nelle scienze mediche

Fabrizio L. Ricci, Fabrizio Pecoraro, Daniela Luzi, Fabrizio Consorti, Oscar Tamburis
2020, p 143 IRPPS Working papers 122/2020

Sommario: C'è una crescente pressione sociale perché gli studenti di medicina raggiungano la fine del loro curriculum con un livello di competenza sufficiente per affrontare la pratica clinica già nella fase iniziale della loro carriera. L'apprendimento basato sui casi (Case-Based Learning, o CBL) è un metodo d'insegnamento efficace per preparare gli studenti alla pratica clinica attraverso l'uso di casi clinici reali o realistici. A tale riguardo, la cartella clinica elettronica (EHR) potrebbe essere una buona fonte di storie di pazienti reali per estrarre casi reali a fini didattici.

HIN (Health Issue Network, rete di problemi di salute) è introdotto come nuovo approccio per migliorare la metodologia CBL per l'educazione alle scienze mediche, nonché uno strumento innovativo per interrogare le cartelle cliniche elettroniche orientate ai problemi. In questo rapporto vengono descritti il formalismo di HIN basato sulle reti di Petri e il formalismo grafico per gli utenti finali, sia nel caso di persona generica (HIN e f-HIN) che di persona reale (HINe e f-HINe). Vengono inoltre presentati alcuni esempi di uso di HIN per estrarre casi clinici da EHR ed esempi di esercitazioni per gli studenti di medicina.

Parole chiave: Problema di salute, Reti di Petri, Educazione, Apprendimento basato sui casi, Cartella Clinica Elettronica

CNR – IRPPS

HIN (Health Issue Network). Petri net use in health sciences education

Fabrizio L. Ricci, Fabrizio Pecoraro, Daniela Luzi, Fabrizio Consorti, Oscar Tamburis
2020, p. 143 IRPPS Working papers 122/2020

Abstract: There is an increasing social pressure to have medical students reach the end of their curriculum with a level of competency sufficient to face clinical practice already in the early phase of their careers. The case-based learning (CBL) is an efficient teaching method to prepare students for clinical practice through the use of real or realistic clinical cases. In this regard, the Electronic Healthcare Record (EHR) could be a good source of real patient stories to extract real cases for educational purposes.

HIN (Health Issue Network) is introduced as novel approach to enhance CBL methodology for health sciences education, as well as innovative tool to query problem-oriented EHRs (POMRs). In this report HIN's Petri Nets-based formalism as well as and the graphical formalism (f-HIN) for end users are described, for both the generic and the specific patient (for the latter di formalism changes into HINe and f-HINe). Some examples of HIN use to extract clinical case from EHR, as well as of exercises for medical students are eventually presented.

Keywords: Health Issues, Petri Nets, Education, Case-based learning (CBL), Electronic Healthcare Record (EHR)

Citare questo documento come segue:

Fabrizio L. Ricci^{a,b}, Fabrizio Consorti^{c,d}, Fabrizio Pecoraro^a, Daniela Luzi^a, Oscar Tamburis^{a,e} (2020). *HIN (Health Issue Network). Rete dei problemi di salute. Uso delle reti di Petri per l'educazione nelle scienze mediche*

Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali. (IRPPS Working papers n. 122/2020).

^a Istituto per la ricerca sulla popolazione e le politiche sociali (IRPPS), CNR

^b Laboratorio virtuale per la sanità elettronica (LAVSE), CNR

^c Dipartimento per le scienze chirurgiche, Università di Roma “Sapienza”

^d Società Italiana di Pedagogia Medica (SIPeM)

^e Dipartimento di medicina veterinaria e produzioni animali, Università di Napoli “Federico II”

I casi clinici discussi sono estratti da “Le clinicommedie. Ottanta casi clinici sceneggiati” [O 1990].

Ringraziamenti

Si ringraziano per gli utili consigli:

- Bruno Beomonte Zobel
- Michele D'Ambra
- Paola Gargiulo
- Jacopo Guccione
- Loris Pagano
- Maria Giovanna Amoroso
- Tonia Di Cesare
- Fernando Ferri
- Gianfranco Martucci
- Luciano Milanese
- Maria Milano
- Valentina Mingarelli
- Sara Miotti
- Maria Grazia Padula
- Giuseppe Parisi
- Marcella Pasculli
- Claudio Pedone
- Annalisa Pitino
- Norma Sartori
- Maria Grazia Strepparava
- Fabrizio Valacanover

Redazione: Marco Accorinti, Daniele Archibugi, Sveva Avveduto, Massimiliano Crisci, Fabrizio Pecoraro, Roberta Ruggieri, Tiziana Tesaro e Sandro Turcio.

Editing e composizione: Cristiana Crescimbeno, Luca Pianelli, Laura Sperandio

La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori.

© Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali 2019. Via Palestro, 32 Roma



Indice

1. Introduzione.....	5
2. Il case-based learning	8
3. Gli aspetti medici relativi all'evoluzione di un problema clinico	11
4. I modelli nel progetto HIN	16
5. Le reti di Petri nel progetto HIN	19
5.1 <i>Alcuni cenni sulle reti di Petri</i>	19
5.2 <i>Le reti di Petri e la storia clinica di un paziente</i>	20
5.3 <i>Una breve analisi della letteratura</i>	21
6. Il modello HIN	24
6.1 <i>Il nodo posto</i>	24
6.2 <i>Il nodo transizione</i>	29
6.3 <i>Il grafo e il cammino</i>	40
6.4 <i>La sequenza di spari di transizioni</i>	42
7. Il modello HINe.....	50
8. Il modello f-HIN.....	59
8.1 <i>Il modello base</i>	59
8.2 <i>Il modello esteso</i>	61
8.3 <i>Le regole di sparo</i>	69
9. Il modello f-HINe.....	80
9.1 <i>Il modello base</i>	80
9.2 <i>La visione sistemica</i>	84
9.3 <i>La "visione integrata" e la vista del caso didattico</i>	88
10. La relazione tra i modelli del progetto HIN ai fini dell'obiettivo formativo.....	94
10.1 <i>Il diagramma f-HIN</i>	95
10.2 <i>Il grafo HIN</i>	95
10.3 <i>La query</i>	97
10.4 <i>Il diagramma f-HINe</i>	98
10.5 <i>Il grafo HINe</i>	99
10.6 <i>La scelta</i>	100
11. Discussione	102
11.1 <i>Il ruolo di HIN</i>	103
11.3 <i>La valutazione degli studenti</i>	106
11.4 <i>HIN e le cartelle cliniche dei medici di medicina generale</i>	107
11.5 <i>L'esperienza maturata con Millewin®</i>	108
12. Conclusioni	110
Bibliografia	112
Allegato 1: Il caso referente.....	120
Allegato 2: Glossario	134

1. Introduzione

C'è una crescente consapevolezza che l'educazione e lo sviluppo professionale sono collegati alla capacità di praticare con competenza all'interno di sistemi sanitari mutevoli e in continua evoluzione: nuove conoscenze e abilità sono quindi necessarie per sviluppare approcci unici e iterativi nell'affrontare problemi medici [HB 2015]. A tal fine, i metodi educativi contemporanei come l'apprendimento basato sui problemi e l'apprendimento basato sui casi (case-based learning, CBL) sono sempre più riconosciuti come importanti aree di ricerca nell'educazione delle scienze mediche [JB 2014]. In particolare, il CBL collega la teoria alla pratica attraverso l'applicazione della conoscenza teorica ai casi stessi e incoraggia l'uso di metodi di apprendimento basati sull'indagine. Gli studi di caso possono aiutare gli studenti a sviluppare capacità di pensiero critico nel valutare le informazioni fornite e nell'individuare difetti logici o false ipotesi [TDal 2012]. Tuttavia, nella letteratura corrente, le applicazioni CBL sono principalmente indirizzate a casi acuti, basati sull'ospedale, che non riflettono il case-mix della "transizione epidemiologica": questa indica infatti un mutamento a lungo termine del quadro generale delle principali cause di morte, e quindi la sua complessità è correlata tra l'altro all'innalzamento di molteplici condizioni croniche associate, con una varietà di possibili evoluzioni a lungo termine.

Questa transizione comporta che nella pratica quotidiana di un medico (sia clinico che chirurgico) sia sempre più importante un ragionamento clinico basato sul tempo, in quanto la diagnosi è quasi sempre nota e quindi è necessario analizzare, lungo l'asse temporale della storia clinica del paziente cronico, l'influenza reciproca dei problemi di salute nonché controllare l'evoluzione della malattia cronica-degenerativa.

Il presente rapporto introduce il metodo HIN (Health Issue Network, la rete dei problemi di salute) come un modo per rappresentare graficamente la rete originata dall'insieme di problemi di salute (health issue, HI) che interessano un soggetto generico per tutta la sua durata di vita, e per descrivere come gli HI si evolvono nel tempo, sulla base di un ben definito formalismo. HIN rappresenta anche un paradigma logico verso la realizzazione di un sistema semi-automatico di estrazione e anonimizzazione dei dati dalle cartelle cliniche elettroniche (electronic health record, EHR) dei medici di medicina generale (MMG) a fini formativi. Lo scopo finale infatti è fornire in modo rapido ed economico la base di dati clinici per lo sviluppo di esercizi di Case-based Learning (CBL), secondo i principi già descritti in [RCal 2016].

Poiché la relazione tra HI non è generalmente evidente anche nelle EHR orientate ai problemi (problem-oriented EHRs, o POMRs), il metodo HIN mira a supportare la rappresentazione di dinamiche case-mix strettamente correlate a casi clinici reali. Inoltre, lo scopo è fornire database clinici fattibili dai quali sviluppare esercizi CBL, applicando i principi già introdotti in [RCal 2016]; in questo caso si utilizzano le HI come entità radice arricchita da annotazioni mediche e collegamenti a fonti di conoscenza esterne, per scopi educativi. Il valore aggiunto portato dall'approccio misto HIN + CBL è quello di creare un ambiente educativo in cui gli studenti possano avere la possibilità di trattare dati "reali" grezzi invece di "vedere dall'esterno" come funziona la gestione dei dati all'interno di una EHR, o studiare percorsi diagnostici-terapeutici teorici; pertanto l'interesse in questo

approccio non è la mera rappresentazione dei dati contenuti in una cartella clinica elettronica né i percorsi diagnostici e terapeutici ideali. Più in generale, l'approccio è inteso a rafforzare le capacità degli studenti di adottare e sviluppare linee di ragionamento basate sull'HI nell'esaminare i percorsi clinici, nonché di aiutarli a identificare correttamente le dinamiche evolutive (se esistenti) tra le HI. In questo modo, la rappresentazione delle diverse possibili evoluzioni di un problema consente allo studente di sperimentare la dimensione temporale di un reale processo clinico.

Per raggiungere questi obiettivi, HIN utilizza un duplice livello di rappresentazione:

- a) La “rete inferiore” di HI, progettata a partire da un oggetto formativo predefinito, che funge da modello per realizzare ed eseguire query specifiche per estrarre i dati dalle EHR reali orientate ai problemi (obiettivo educativo).
- b) La “rete superiore”, che si pone a livello di sistema informativo sanitario, derivante da dati reali, che può aiutare gli studenti pre- e post-laurea a gestire la complessità derivante dalla “transizione epidemiologica”, in quanto derivante da dati reali di cartelle cliniche specifiche, interrogate sulla base di query formulate grazie all'esecuzione di un grafo HIN.

Il rapporto è così organizzato:

- Nel paragrafo 1 si introduce il rapporto.
- Nel paragrafo 2 si illustra il come e il perché di CBL.
- Nel paragrafo 3 si illustrano i concetti medici alla base dell'evoluzione di un problema clinico e la relativa terminologia usata, presa dallo standard ContSys.
- Nel paragrafo 4 sono presentati i modelli che stanno alla base del progetto HIN.
- Nel paragrafo 5 sono presentate brevemente le reti di Petri, la motivazione di esse come formalismo per rappresentare il percorso evolutivo di un problema clinico e una breve analisi della letteratura.
- Nel paragrafo 6 è illustrato il modello HIN nelle sue primitive.
- Nel paragrafo 7 è illustrato il modello HINe nelle sue primitive.
- Nel paragrafo 8 è illustrato il modello f-HIN nelle sue primitive.
- Nel paragrafo 9 è illustrato il modello f-HINe nelle sue primitive.
- Nel paragrafo 10 viene presentato il caso d'insufficienza renale cronica come esempio per i 4 modelli che stanno alla base del progetto HIN.
- Nel paragrafo 11 si discutono le tematiche della formazione medica, il ruolo di HIN in questo settore e i limiti degli EHR dei MMG come sorgente di casi per la didattica e di come HIN permette di superarli, oltre a presentare i test sia sull'estrazione di casi clinici da una EHR gestita dal sistema Millewin® che sull'uso di f-HIN da parte degli studenti del corso di metodologia clinica 2 del III anno di laurea in medicina e chirurgia dell'Università di Roma La Sapienza.
- Nel paragrafo 12 sono presentate le conclusioni.
- Negli allegati sono presentati un esempio di caso referente (allegato 1) e un breve glossario (allegato 2).

La formalizzazione matematica del modello HIN e l'equivalenza tra i modelli f-HIN e HIN verranno trattati in dossier separati.

2. Il case-based learning

Vi è una forte pressione a livello sociale affinché gli studenti di medicina alla fine del loro corso di laurea abbiano raggiunto un livello di competenza tale da permettere loro di operare subito sui cittadini che chiedono il loro intervento.

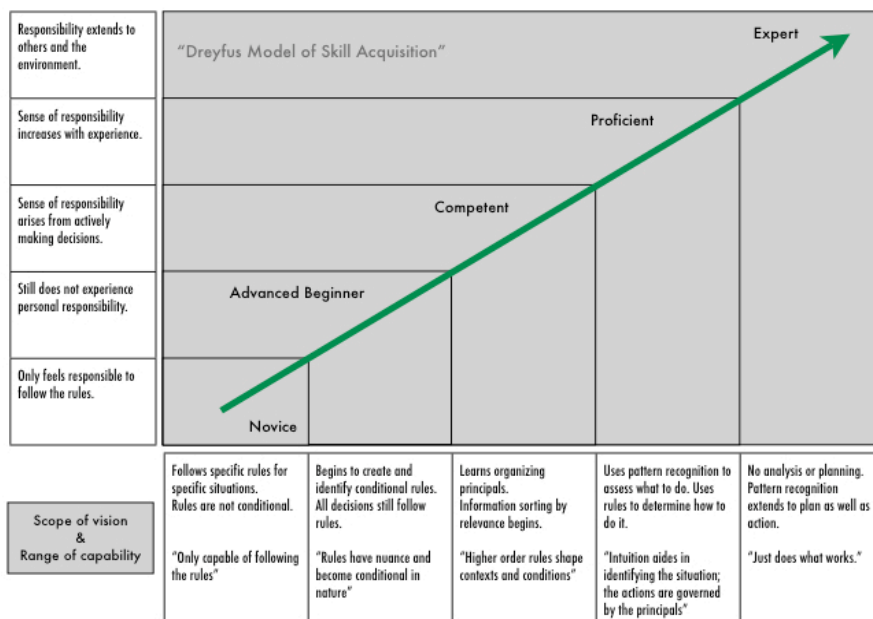
Nel modello di Deyfrus (fig. 2.1), che aiuta a comprendere la struttura del processo di apprendimento ed i vari gradi in cui esso si sviluppa, studenti e medici nei primi anni post-laurea occupano i primi i primi livelli e quindi hanno bisogno di un ambiente di simulazione ricco, stimolante e realistico che si basa su casi clinici reali o realistici che integrano teoria – pratica per:

- esplorare e comprendere il caso,
- identificare i problemi,
- prendere decisioni.

Infatti studenti e medici devono poter operare in un ambiente che presenta:

- livelli organizzativi di complessità crescente e di competenza da integrare,
- una serie di vincoli interni ed esterni progressivamente più stringenti.

Figura 2.1 – Il modello di Deyfrus sul processo di apprendimento



D'altronde per gli studenti e i medici l'apprendimento, in accordo con la definizione di Kolb [K 1984] è *"the process whereby knowledge is created through the transformation of experience. Knowledge results from the combination of grasping and transforming experience"*¹.

¹"il processo attraverso il quale la conoscenza viene creata attraverso la trasformazione dell'esperienza. La conoscenza risulta dalla combinazione dell'esperienza di cogliere e trasformare".

Metodi attivi d'insegnamento possono garantire risultati di buona qualità in quanto indirizzati verso lo sviluppo di competenze e loro uso in situazioni reali o realistiche.

Il CBL è stato definito come un approccio per insegnare e per imparare proprio con lo scopo di preparare gli studenti alla pratica clinica, grazie all'uso di casi clinici reali o realistici. Tali casi legano la teoria alla pratica grazie all'applicazione della conoscenza teorica ai casi in esame; pertanto il metodo CBL è un metodo d'insegnamento che appartiene alla classe più generale di "inquiry or discovery learning" [BB 2008, TDal 2012]. Secondo questo metodo, l'analisi di un caso generato da una vera e propria EHR potrebbe essere uno strumento utile per costruire un ambiente di apprendimento. L'EHR può essere utilizzato nel settore della formazione continua del MMG (Medico di Medicina Generale) e/o del PLS (Pediatria di libera scelta) per permettere di affrontare la complessità dei problemi professionali che possono sorgere nelle attività quotidiane. In tal caso la tipologia di tali problemi riguarda principalmente:

- come fare una diagnosi,
- quale terapia seguire,
- come verificare la terapia.

Il metodo CBL, grazie al caso estratto dall'EHR, permette di lavorare su casi reali: il discente svolge cioè "esercitazioni" su situazioni estratte da EHR relative a pazienti reali con problemi reali e affrontate da medici reali: vi sono tutti gli aspetti positivi e negativi della quotidianità del lavoro dei MMG, quindi ridondanze, errori, confusioni, etc.

Le caratteristiche ideali di un caso per il CBL sono:

- A. essere autentico (basato sulla storia reale di un paziente);
- B. riguardare scenari abituali;
- C. essere allineato con l'obiettivo individuato per l'insegnamento;
- D. avere un valore educativo;
- E. stimolare interesse nello studente;
- F. creare empatia con il caso oggetto dell'esercizio;
- G. includere commenti o delucidazioni con la voce del paziente e quindi aggiungere dramma e realismo;
- H. promuovere il "decision making";
- I. avere un vasto campo di applicabilità.

L'attività d'insegnamento basata sul CBL è essenzialmente un modo di "giocare" a risolvere la gestione di un caso ed è molto differente rispetto a riportare un caso nel quale le caratteristiche cliniche e il processo decisionale sono illustrate ad un discente passivo.

La selezione e la produzione di casi per il CBL è un'attività molto lunga, specialmente se si considera il tempo necessario a estrarre le informazioni cliniche in un formato adatto all'uso educativo.

Tentativi di estrarre casi direttamente da basi di dati sono stati effettuati in radiologia, mentre l'uso di vere cartelle cliniche elettroniche non è riportato in letteratura [DMal 2001].

Estrarre casi di studio dalle cartelle cliniche aiuterebbe molto ad avere, per ogni significativo problema di salute, un'ampia selezione di esercizi, probabilmente simili ma non identici, pur sempre utili per una matura "expertise" clinica [NB 2006]. A tal fine si cercano in una EHR casi clinici con un ben definito percorso evolutivo di un health issue. Si è nel caso di percorsi di cura definitivi, ossia stabili e quindi non nella dinamicità di seguire in real time un paziente.

L'esercizio del discente risponde a precisi obiettivi formativi e quindi utilizza la parte significativa per l'esercizio del caso estratto da un EHR, e successivamente elaborato: il discente si immedesima infatti nel ruolo di MMG, il quale nel seguire un paziente ha in mente, come elemento di base su cui impostare il suo intervento, il percorso evolutivo del problema.

Associato al percorso evolutivo del problema vi è il percorso di cura seguito dal paziente: ad ogni elemento del percorso di cura corrisponde un health issue (problema di salute). È pertanto importante che nell'EHR vi sia associata ad ogni informazione clinica il motivo, ossia l'health issue; il percorso evolutivo del problema è raramente presente in una EHR del MMG. Da ciò l'importanza di avere un metodo, basato su un formalismo solido, per estrarre tramite query casi clinici da EHR ben definite.

I casi di studio estratti dalle cartelle cliniche possono permettere al discente di:

- a. identificare l'informazione essenziale e i punti di decisione;
- b. risultare autonomo nell'attività diagnostica-terapeutica e quindi nel prendere decisioni;
- c. confrontare le proprie decisioni con quelle prese nella realtà del caso reale da cui l'esercizio è stato generato;
- d. bilanciare il razionale della propria decisione con l'evidenza scientifica memorizzata nelle basi di conoscenza disponibili;
- e. discutere il proprio lavoro con il tutor.

Risulta evidente che si è in presenza di una buona soluzione che affronta i problemi legati alla situazione attuale: da una parte i cambiamenti nell'erogazione delle cure e quindi i problemi di aggiornamento continuo per i MMG, e dall'altra la necessità degli specializzandi di affrontare più casi possibili reali nel corso di formazione di MMG.

3. Gli aspetti medici relativi all'evoluzione di un problema clinico

La **rete dei problemi di salute (Health Issue Network, HIN)** di una persona, ossia la rete di malattie, sintomi, diagnosi, etc., descrive le condizioni di salute di una persona nell'arco della sua vita e come tali condizioni siano variate nel tempo.

Un problema di salute può evolversi secondo la tab. 3.1.

Tabella 3.1 – Le possibili evoluzioni di un problema di salute

	Tipo di evoluzione	Esempio
1	<i>risolversi</i> (spontaneamente o dopo terapia), con guarigione o esito permanente di disabilità <i>To recover</i>	<ul style="list-style-type: none"> una cervicalgia passa dopo aver cambiato cuscino una broncopneumonia guarisce dopo terapia un tumore della mammella guarisce dopo mastectomia
2	<i>migliorare</i> (spontaneamente o dopo terapia) <i>To improve</i>	manifestazioni allergiche migliorano col passare degli anni (non più asma ma solo rinite) o dopo terapia
3	<i>peggiorare</i> (spontaneamente o nonostante terapia) <i>To worsen</i>	<ul style="list-style-type: none"> una insufficienza renale di primo grado diventa di secondo grado una bronchite catarrale, probabilmente virale, diventa purulenta, probabilmente batterica
4	<i>evolvere</i> in un altro problema, come sua dinamica interna (è un cambio di “natura” della malattia) <i>To evolve</i>	una epatite cronica B-correlata evolve in cirrosi
5	<i>cronicizzare</i> (spontaneamente o nonostante terapia) <i>To become chronic</i>	dopo anni di episodi acuti, una gastrite diventa cronica (assomiglia un po' al caso 4, “evolvere”, ma è una questione “filosofica” relativa a cosa sia la natura di una malattia)
6	<i>recidivare</i> dopo risoluzione <i>To relapse</i>	due anni dopo il primo episodio, insorge un secondo episodio di diverticolite acuta
7	<i>riacutizzarsi</i> dopo cronicizzazione <i>To worsen again</i>	dopo ripetuti episodi acuti che hanno condotto a pancreatite cronica, insorge un nuovo episodio di pancreatite acuta

Inoltre i problemi di salute possono interagire tra loro secondo la tab. 3.2.

Tabella 3.2 – Le possibili interazioni tra problemi di salute

	Tipo d'interazione	Esempio
1	associarsi casualmente ad un altro problema, con effetto di potenziamento, anche reciproco	in una persona con demenza insorge una polmonite, che causa un peggioramento della demenza
2	essere complicanza di un altro problema	un diabete si complica con un'ulcera diabetica del piede (è una delle complicanze insite nella fisiopatologia del diabete, ma non è un'evoluzione del diabete in sé)
3	associarsi non casualmente ad un altro problema, in quanto prodotti da un comune meccanismo fisiopatologico	in una persona con sindrome metabolica (sovrappeso, ipertensione, ipercolesterolemia), insorgono in sequenza temporale un ictus e poi un infarto
4	essere fattore di rischio o contesto di sviluppo di un altro problema	<ul style="list-style-type: none"> • una persona con disturbo borderline di personalità sviluppa una dipendenza da sostanze d'abuso; • una persona con forte familiarità per tumore sviluppa un tumore

A proposito di semantica, va precisata la distinzione fra “complicazione” e “conseguenza”: i termini in realtà in medicina sono quasi sinonimi – i medici usano solo il termine complicanza per intendere la conseguenza dell'evoluzione di una malattia. La distinzione è molto sottile e agli occhi di un medico praticamente inesistente e pertanto la differenza può essere intesa in questo modo:

- la *conseguenza* è un peggioramento nella storia naturale del problema inteso come suo aggravamento, ma la natura del problema non cambia (raffreddore e polmonite sono due cose diverse, ma sono solo due istanze di “malattia infettiva respiratoria”);
- la *complicanza* è l'insorgenza di un nuovo problema “causato da” un problema precedente: la retinopatia diabetica è causata dal diabete ed è un problema che ha una sua dinamica propria, ma per i medici la retinopatia diabetica è una complicanza del diabete.

Se il passaggio (evoluzione) è fra due problemi di cui il secondo esprime il peggioramento del primo problema, questo passaggio si indica come “aggravamento”; ciò può avvenire per:

- dinamica intrinseca (ad esempio il peggioramento della funzionalità respiratoria in un bronchitico cronico, per cui il problema diventa insufficienza respiratoria cronica);
- influenza di una causa esterna (ad esempio il peggioramento dello stato cognitivo in un pre-demente dopo un episodio influenzale grave, per cui il problema diventa “demenza”);

- un nuovo episodio acuto dello stesso problema (ad esempio un nuovo attacco d'asma in un asmatico, che lo lascia un po' peggio di come stava prima per cui il problema viene classificato come "bronchite cronica asmatica").

Se il passaggio è fra due problemi diversi, di cui il secondo è conseguenza diretta del primo, allora si parla di "complicanza". Si può così produrre una gerarchia di problemi da cui è possibile identificare problemi primari e quelli secondari. Un passaggio legato ai problemi fisiopatologici, per cui, ad esempio una disfunzione dell'omeostasi del glucosio causa un'iperglicemia, rientra nella tipologia delle conseguenze dirette.

L'approfondimento è legato a vari aspetti:

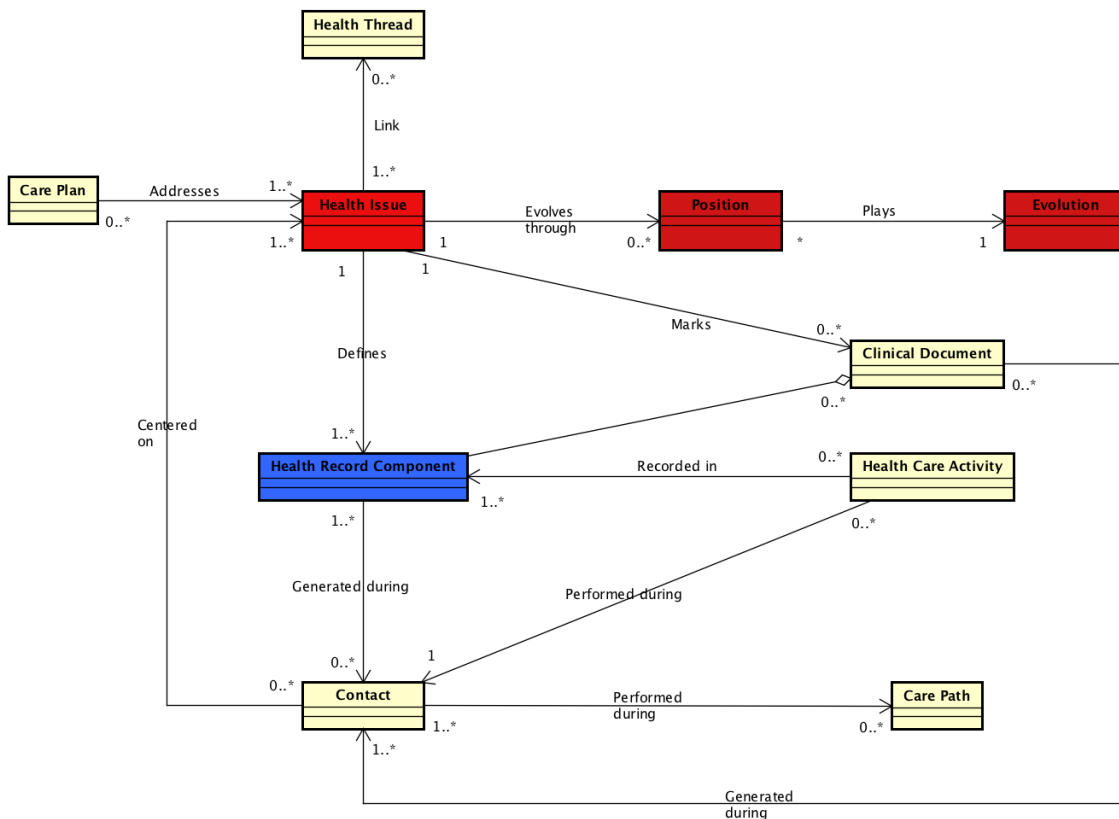
- dal sintomo segnalato dal paziente o rilevato da medico, si giunge a un'ipotesi diagnostica ovvero a una diagnosi;
- grazie ad accertamenti (esami clinici, visite specialistiche, esami diagnostici, etc.) si passa da un'ipotesi diagnostica a una diagnosi;
- si può passare da una diagnosi all'altra sempre nell'ambito dello stesso problema clinico iniziale, in quanto la prima diagnosi risultava non corretta per vari motivi (es. diagnosi più probabile) e la terapia associata non risulta risolutiva.

HIN rappresenta queste situazioni attraverso un modello basato sul formalismo dei grafi diretti. Tale formalismo, efficace nel rappresentare la dinamica evolutiva degli health issues, è preso in prestito dalle reti di Petri (Petri Net, PN) [P 1977]. La scelta delle PN è dovuta al fatto che si tratta di grafi diretti bipartiti con due tipi di nodi (HI e dinamica evolutiva).

Si vuol far notare che per il concetto di problema di salute, risulta importante la classificazione ICPC2 [W 1998] oltre al concetto di health issue dello standard ContSys [ContSys]. In realtà in Italia il sistema di codifica più diffuso, ed in certe situazioni obbligatorio, è ICD9-CM [ICD 2007].

I concetti catturati con HIN (HI, la dinamica evolutiva, le informazioni cliniche collegate ad esse, etc. e le relazioni tra essi) sono rappresentati in fig. 3.1 secondo il class diagram di UML [UML 2003] e sono in accordo con lo standard ContSys [ContSys]. La scelta tiene conto che questo standard, oltre al concetto di problema di salute che sta al centro del modello HIN, considera anche altri concetti rilevanti nella continuità dell'assistenza, ad es. percorsi di cura, mandati, attività, ecc. e le loro relazioni con il problema di salute.

Figura 3.1 – I concetti rappresentati con HIN secondo class diagram di UML



Il legame tra differenti “health issue” avviene tramite “evolution”, che è collegato a “health issue” tramite “position”, ossia il ruolo/funzione che “health issue” gioca nell’evoluzione

Il link tra più “health issue” può generare un “health thread”.

Un “care plan” si struttura sulla base della tipologia di “health issue” (applicato alla fisiologia del paziente).

Un “health issue” definisce uno o più “health record component”, riportati su “clinical document” marcati dal (ossia prodotti in relazione al) medesimo “health issue”.

Un “health record component” può essere generato durante un “contact”, a sua volta collegato ad uno o più “health issue” che hanno portato all’esecuzione del contatto stesso.

All’interno del “contact”, che viene eseguito durante un “care path”, vengono erogate una o più “health care activity” che vengono memorizzate nell’ “health record component” generato durante il medesimo “contact”; durante il “contact” possono essere inoltre generati “clinical document”.

Va sottolineato che il “core” del costruito è composto dalle classi “health issue”, “evolution”, “position”, “health record component”, e dalle relazioni esistenti tra essi.

Occorre tener conto che gli elementi collegati all’evoluzione dei problemi di salute si trovano in sistemi informatici differenti. Infatti le informazioni cliniche sono disponibili nelle cartelle cliniche, nei dossier medici e nel fascicolo sanitario elettronico (FSE), anche se per quest’ultimo caso solo all’interno dei documenti clinici. I contatti e i percorsi di cura non

sono presenti in tutti i sistemi informatici; dovrebbero esserlo all'interno di un FSE, purtroppo l'FSE oggi realizzato non può essere uno strumento per generare casi clinici reali, in quanto manca il problema clinico che porta alla generazione dei documenti clinici elettronici [FSE 2014]. Il discorso risulterebbe differente se si avesse a disposizione un FSE di II generazione [Ral 2014], quale quello realizzato con il sistema Lumir [Sal 2011].

Ne consegue che le EHR degli MMG sono lo strumento ideale per generare casi reali o realistici di assistenza territoriale per la didattica clinica, in quanto strumenti utilizzati quotidianamente dai MMG.

4. I modelli nel progetto HIN

L'idea guida dell'approccio HIN è quella di avere una *rete di problemi clinici* come base della descrizione della storia clinica di un cittadino.

Ogni episodio di cura parte da un problema clinico iniziale (ad es. un sintomo) e viene descritto dall'evoluzione del problema clinico insieme agli eventi clinici che costituiscono il percorso di cura messo in atto per la risoluzione del problema clinico iniziale.

Va subito chiarito che il problema clinico è il modo che ogni medico ha di denotare la situazione clinica di un paziente, situazione per la cui soluzione avvia un piano di cura che nel tempo, ossia durante la sua esecuzione, si trasforma in percorso di cura; questo implica che ci possano essere diverse interpretazioni, una per medico oltre alla modifica di esso nel tempo per lo stesso medico.

Per la costruzione di un caso reale o realistico basandosi sull'estrazione di casi clinici da EHR di MMG, sono necessari vari formalismi per descrivere l'evoluzione del problema clinico e quindi la relativa rete di problemi, in quanto occorre muoversi su due direzioni, strettamente correlate:

- la direzione che considera da una parte la descrizione dell'evoluzione di problema di una generica persona e dall'altra la descrizione di evoluzioni relative a casi reali;
- la direzione che considera da una parte la robustezza formale e dall'altra la relativa usabilità da parte del medico docente e del discente (end user).

Ne segue che nell'ambito del progetto HIN sono stati definiti quattro modelli, ciascuno dei quali composto da:

- uno schema grafico (grafo o diagramma), per rappresentare formalmente / graficamente l'evoluzione del problema clinico;
- una scheda per ogni problema clinico (health issue) interessato dal modello – per descrivere le caratteristiche dell'health issue;
- una scheda per ogni evoluzione che interessa i problemi clinici interessati dal modello – per caratterizzare l'evoluzione da un health issue ad un altro.

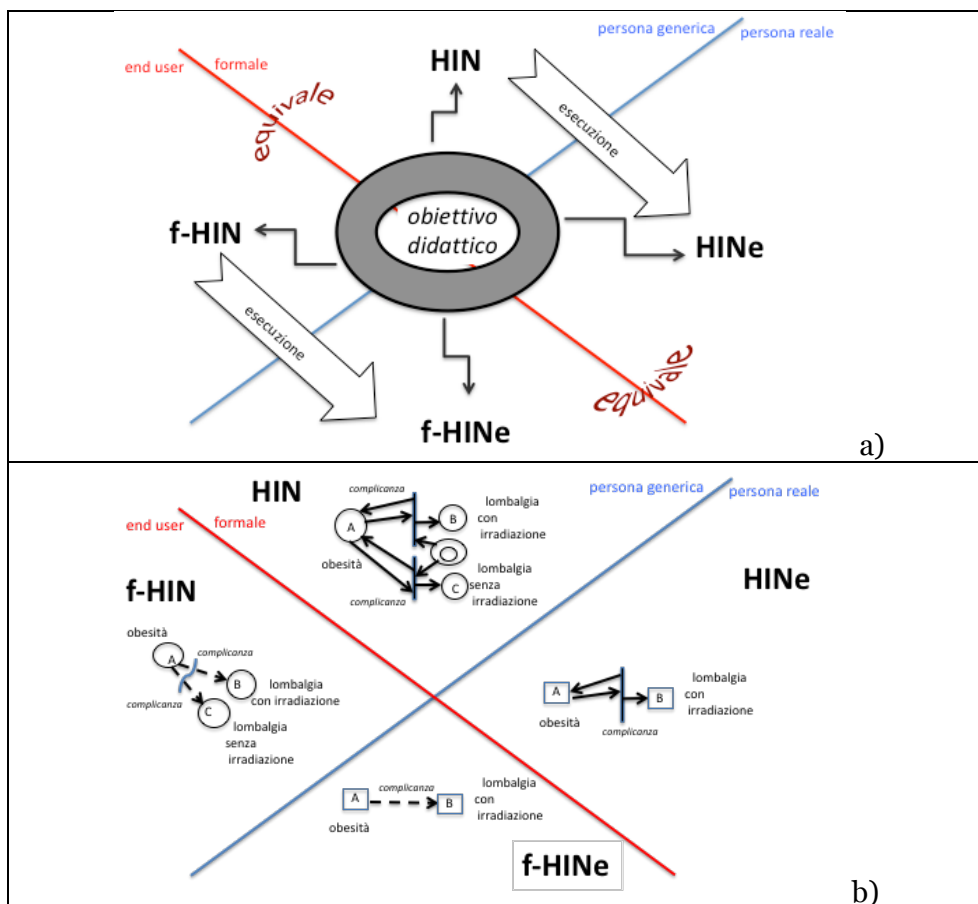
I modelli [RCal 2018], collegati tra loro, sono descritti come segue:

- Il modello HIN è lo strumento per formalizzare la descrizione di un percorso evolutivo di un health issue relativo a una generica persona e quindi verificare il rispetto di varie proprietà. Il relativo grafo è una Rete di Petri (PN) [P 1977] in cui l'health issue figura come nodo posto e l'evoluzione come nodo transizione; inoltre la PN è k-limitata nella marcatura ($k=1$) per i posti health issue.
- Il modello f-HIN è lo strumento user-friendly che il medico docente ha per formalizzare la descrizione di percorso evolutivo di un health issue relativo a una generica persona, e quindi verificare il rispetto di varie proprietà. Le schede health issue ed evoluzione sono uguali a quelle corrispondenti del modello HIN, così come le proprietà matematiche.

- Il modello HINe è lo strumento per formalizzare la descrizione di percorso evolutivo di un health issue relativamente ad un paziente reale ben individuato (risultato della query).
- Il modello f-HINe è lo strumento user-friendly che ha il medico docente per la descrizione di percorso evolutivo di un health issue relativo a un paziente reale, e quindi verificare il rispetto di varie proprietà. Le schede health issue ed evoluzione sono uguali a quelle corrispondenti del modello HINe, così come le proprietà matematiche.

Le corrispondenze tra questi modelli sono rappresentate in fig. 4.1a, ove il cuore è l'obiettivo didattico/formativo, inteso come significativo problema di salute, e visto come punto di partenza per ottenere un'ampia selezione di esercizi clinici (simili e non identici) utili a generare casi clinici per l'ambiente CBL. La figura 4.1b riporta un efficace esempio di tali corrispondenze, basato sull'impiego dell'evoluzione di mutua esclusione (cfr. par. 6.2) per ciascuno dei quattro modelli, che verranno trattati a partire dal Cap.6.

Figura 4.1 – In alto: mappa delle corrispondenze tra i modelli del progetto HIN (4.1a). In basso: esempio applicativo delle corrispondenze attraverso l'impiego dell'evoluzione di mutua esclusione (4.1b)



La fig. 4.1 evidenzia:

- Il modello HIN è la rappresentazione formale, secondo le PN, dell'evoluzione di un HI riferito ad una persona generica. Le PN, anche se servono per costruire l'ordinamento parziale tra health issue alla base della costruzione della query nell'attività di definizione delle sequenze di health issue, permettono di evidenziare la differenza tra complicità e approfondimento/miglioramento/aggravamento. Si noti che il grafo può essere marcato e quindi avere un comportamento dinamico. Il formalismo PN serve nelle fasi di:
 - estrazione del caso grezzo da EHR (lower network) – per la definizione di grafi well-defined, per costruire la sequenza di evoluzione dell'health issue e per analizzare la raggiungibilità da HI iniziali;
 - generazione e memorizzazione del caso referente (upper network) – per le equivalenze tra grafi di Petri e per guidare semanticamente la costruzione / navigazione del caso esame.
- Il modello f-HIN (f sta per *friendly*) permette al medico docente (modello end user) di rappresentare graficamente l'evoluzione di un HI riferito ad una persona generica. Ogni elemento di uno schema f-HIN ha l'equivalente nel corrispondente grafo HIN e quindi si possono effettuare le dovute verifiche.
- Il modello HINe (e sta per *exemplar*) è la rappresentazione formale dell'evoluzione di HI relativa ad un caso reale; si tratta quindi della *rappresentazione grafica dell'esecuzione di una HIN*. Il formalismo serve nelle fasi di generazione e memorizzazione del caso referente – per le equivalenze tra grafi di Petri e per guidare semanticamente la costruzione del caso in esame.
- Il modello f-HINe permette al medico docente di descrivere graficamente e quindi analizzare l'evoluzione relativa ad un caso reale, che è l'esecuzione del caso generico. Ogni elemento di uno schema f-HINe ha l'equivalente nel corrispondente grafo HINe.
- Il legame tra i quattro modelli è il seguente:

$$\begin{aligned}
 & \text{HIN} \text{ --- eseguito --> HINe} \\
 & \text{HIN} \text{ <--- equivalente --> f-HIN} \\
 & \mathbf{1} \text{ HIN} \text{ <-- corrisponde --> } \mathbf{1} \text{ f-HIN} \\
 & \mathbf{1} \text{ HIN} \text{ <-- corrisponde --> } \mathbf{n} \text{ HIN} \\
 & \text{f-HIN} \text{ --- eseguito --> f-HINe} \\
 & \mathbf{1} \text{ f-HIN} \text{ <-- corrisponde --> } \mathbf{n} \text{ f-HINe} \\
 & \text{HINe} \text{ <--- equivalente --> f-HINe} \\
 & \mathbf{1} \text{ HINe} \text{ <--- corrisponde --> } \mathbf{1} \text{ f-HINe}
 \end{aligned}$$

Tra questi modelli esiste un legame di equivalenza, ed esattamente tra:

- HIN e f-HIN,
- HINe e f-HINe.

5. Le reti di Petri nel progetto HIN

Il formalismo su cui si basa il progetto HIN è quello delle PN, in particolare delle reti posto/transizione.

5.1 Alcuni cenni sulle reti di Petri

Una rete di Petri PT (Place/Transition) consiste di [P 1981, R 1992]:

- nodi = posti,
- nodi = transizioni
- archi diretti.

Trattandosi di un grafo bipartito possono esserci solo archi tra posti e transizioni e quindi non tra posti e posti, o transizioni e transizioni. Un posto da cui un arco parte per finire in una transizione è detto “posto di input (ingresso) della transizione”; un posto in cui un arco arriva partendo da una transizione è detto “posto di output (uscita) della transizione”. Inoltre la PN, come ogni grafo, può avere nodi sorgente, ossia nodi a cui non arrivano archi ma hanno solo archi in uscita, ed anche nodi pozzo, ossia nodi da cui non escono archi ma hanno solo archi in ingresso. Si definisce invece anello la transizione che ha lo stesso posto in ingresso ed in uscita ed inoltre presenta un unico arco in ingresso ed in uscita.

I posti possono contenere un certo numero di token, o marche, che rappresentano lo stato di salute del soggetto. Una distribuzione di token sull'insieme dei posti della rete è detta marcatura. Le transizioni agiscono sui token in ingresso secondo una regola, detta regola di scatto (detto anche sparo, in inglese firing). Una transizione è abilitata se può scattare, cioè se ci sono token in ogni posto di input in numero tale da risultare uguale o maggiore della regola di scatto. Quando una transizione scatta, essa consuma token dai suoi posti di input, esegue dei task e posiziona un numero specificato di token in ognuno dei suoi posti di output. Il numero di token consumati dal posto di input e il numero di posti posizionati nel posto di output dipende dalla molteplicità degli archi che collegano il posto alla transizione; la molteplicità dell'arco dal posto d'input costituisce la regola di sparo per tale posto. Lo sparo di una transizione avviene automaticamente ed è istantanea, ad esempio in un singolo step non-prelazionabile. L'esecuzione delle PN è non deterministica. Ciò significa due cose:

- se anche più transizioni sono abilitate nello stesso momento, una sola, qualsiasi di esse, può scattare;
- non è garantito che una transizione abilitata scatti; una transizione abilitata può scattare immediatamente, dopo un tempo di attesa qualsiasi (a patto che resti abilitata), o non scattare affatto.

L'esecuzione di una PN, per una marcatura iniziale definita, si rappresenta con una lista ordinata di marcature e transizioni, anche se basta la sola lista di transizioni (sequenza di transizioni / sequenza di sparo) nel caso che tra due posti vi sia solo una transizione che li collega.

Un insieme di transizioni eseguite in successione (può avvenire solo uno sparo alla volta) genera una sequenza di transizioni. Il grafo delle marcature raggiungibili di un PN rappresenta tutte le marcature raggiungibili partendo da una marcatura iniziale: tale grafo ha per nodo la marcatura e per arco la transizione che indica come passare da una marcatura ad un'altra.

In una rete di Petri, un posto p_i si dice k -limitato se in ogni marcatura raggiungibile il numero di token in p_i è minore o uguale a k ; nel caso in cui $k=1$, la rete di Petri si dice “binaria” (“sicura”) se tutti i posti sono 1-limitati.

5.2 Le reti di Petri e la storia clinica di un paziente

Le scelte del formalismo del PN per rappresentare il percorso evolutivo dello stato di salute di una persona si basano sulle seguenti proprietà del percorso evolutivo [RCal 2020]:

- L'evoluzione è un sistema discreto distribuito.
- L'evoluzione è un sistema senza memoria.
- L'evoluzione è un sistema asincrono.
- L'evoluzione è un sistema dinamico lineare tempo-invariante².
- Gli elementi caratterizzanti sono due (HI ed evoluzioni) e sono collegati solo in maniera alternativa (un parametro è collegabile solo ad un parametro dell'altro tipo).

Dal punto di vista didattico, l'evoluzione dello stato di salute ha le seguenti caratteristiche:

- Il percorso evolutivo è deterministico in quanto si è interessati ad una ben precisa evoluzione.
- Il percorso evolutivo si basa su HI ed evoluzione, e il passaggio da un HI avviene grazie ad una ben definita evoluzione.
- Ogni stato di salute ad un certo istante è interpretabile come composto da più stati parziali ed indipendenti relativi a “sotto-reti.”
- Un'evoluzione si limita a influenzare solo una parte dello stato complessivo.
- Una volta che un'evoluzione è avvenuta, per decidere quale sarà la prossima abilitata a scattare si deve attuare una nuova valutazione dello stato di salute, in quanto lo stato di salute creato dall'evoluzione può aver abilitato nuove possibili evoluzioni e aver disabilitato alcune di quelle abilitate in precedenza.
- La scelta di quale evoluzione, tra quelle possibili, possa accadere è non deterministica; infatti non è possibile forzare un'evoluzione qualora in un dato stato di salute ve ne sia più d'una abilitate a farlo.

² Un sistema dinamico lineare stazionario, anche detto sistema lineare tempo-invariante, o sistema LTI, è soggetto al principio di sovrapposizione degli effetti e tale che il suo comportamento sia costante nel tempo. Questo implica che:

- i parametri (elementi) del sistema non dipendono dal tempo;
- il sistema evolve nel tempo in maniera deterministica secondo rapporti di causa effetto;
- l'effetto di una somma di perturbazioni in ingresso è uguale alla somma degli effetti prodotti da ogni singola perturbazione con la possibilità di scomporre un problema lineare.

- L'evoluzione dello stato di salute è la composizione delle evoluzioni delle singole HI e l'avvenuta evoluzione rispetta una "località" dell'evoluzione stessa, cioè riguarda solo una "sotto-rete" per cui esiste l'indipendenza degli eventi evolutivi.

La tab. 5.2.1 presenta un confronto e quindi la corrispondenza tra gli elementi caratterizzanti l'evoluzione dello stato di salute e quelli alla base di una rete di Petri.

Tabella 5.2.1 – La corrispondenza tra l'evoluzione dello stato di salute e le reti di Petri

Evoluzione dello stato di salute di una persona	Reti di Petri
Health issue (problema clinico)	Posto
Evoluzione	Transizione
Percorso evolutivo di un problema di salute	Sequenza di sparo
Stato di salute	Marcatura
Storia clinica	Percorso del grafo di raggiungibilità

5.3 Una breve analisi della letteratura

Le PN sono ampiamente utilizzate in letteratura poiché la loro semantica formale le rende adatte alla descrizione di complessi processi simultanei (es. [PG 2008]). Esistono numerosi studi e pubblicazioni relativi a PN e medicina, biologia ed anche informatica medica, per cui un'analisi esaustiva è impossibile. A titolo di esempio basta segnalare la rassegna [WH 2002] ove sono riportati oltre 100 riferimenti bibliografici e dalla analisi di tale rassegna risultano assenti ulteriori pubblicazioni.

Esistono pubblicazioni che effettuano analisi e valutazioni dell'uso delle PN nel settore dei sistemi informativi sanitari [C 2012], ma anche su tematiche più specificatamente mediche come ad esempio i modelli fisiologici [Bal 2000] e biologici [Liu 2019].

Molti sono i temi più specifici dove le PN sono stato lo strumento di modellizzazione, di analisi e di valutazione. A supporto di questa affermazione, ribadendo l'impossibilità di un'analisi esaustiva (che fra l'altro va al di fuori degli obiettivi della presente pubblicazione), si segnalano a titolo di mero esempio, alcuni settori quali:

- i medical device ove, per es., le PN sono usate come strumento per validare la sicurezza di una rete eterogenea wireless, composta di una molteplicità di device eterogenei [GS 2004, BBo 2013];
- la bioinformatica ove per. es., le PN sono usate come base di partenza per lo sviluppo di un linguaggio d'interscambio, punto di partenza di uno scambio standard d'informazioni e conoscenze di bioinformatica [Cal 2000, BD 2010];
- la fisiologia ove, per. es., le PN sono usate come strumento per la simulazione di fenomeni fisiologici, quale ad esempio il flusso di sangue in un dito [Tal 2018];
- l'immunologia ove, per es., le PN sono usate come strumento per studiare l'accoppiamento tra febbre e autismo [GN 2012, 2016];
- la biologia, ove, per es., le PN sono usate come strumento per modellare reti biologiche [C 2007, ZK 2017];

- i sistemi sanitari ove, per es., le PN sono usate come strumento per modellare il sistema sanitario spagnolo [Hal 2012, 2018].

Le PN sono molto utilizzate in informatica e quindi anche in informatica medica ed in particolare nel settore dei sistemi informativi sanitari.

Anche qui esistono molte pubblicazioni che ricoprono molte tematiche specifiche. Per la stessa motivazione si segnalano, a titolo di mero esempio:

- le PN come strumento per lo studio di molte proprietà dei sistemi sanitari, paragonabili a sistemi complessi, nonché dei loro modelli di processo sottostanti e quindi dei flussi di lavoro (per es. [Mal 2014, IS 2017]);
- le PN come strumento per modellare la gestione di un reparto ospedaliero, e/o dei processi di cui esso si compone (per es. [Dal 2010, TKo 2017]);
- le PN come strumento per il design di sistemi informativi clinici (per es. [Dal 2009]);
- le PN come strumento per il design di sistemi informativi come middleware (per es. [J 2002, Lom 2017]);
- le PN come strumento per il design di architetture SOA per la sanità (per es. [MM 2012, SH 2016]);
- le PN come strumento per modellare le emergenze, come quelle cardiologiche (per es. [Aal 2019]);
- le PN come strumento per il design di sistemi integrati di assistenza domiciliare (per es. [Fal 2014]).

Un ulteriore tema in cui sono state usate le PN è quello dell'aiuto alla diagnosi (per es. [LO 2017]). HIN non è stato studiato come aiuto alla diagnosi, ma come strumento per modellare l'evoluzione di una malattia in termini deterministici, legati al fatto che i casi clinici per il CBL devono essere conclusi e quindi ben "determinati". Al contrario, nell'aiuto alla diagnosi l'evoluzione dei problemi della salute non è definita (es. la diagnosi differenziale): non essendo un caso concluso il problema può evolvere in vari percorsi e quindi per tener conto di questa possibilità devono essere introdotti aspetti probabilistici (es. fuzzy set, catene di Markov, etc.: cfr. ad es. [BS 2016])

Non sono stati trovati lavori ove le PN sono usate per modellare l'evoluzione di una malattia in termini deterministici. Invece su temi analoghi vi è molto materiale: si va dal modellare workflow clinici (per es. [Fal 2012], protocolli (per es. [W 2011]), linee guida (per es. [Gma 2008, Bbl 2009]), etc., al valutare la potenza espressiva di un linguaggio di modellazione, come per esempio il modello di linee guida cliniche basato su workflow [Gal 2009] e di workflow clinici [SL 2005].

Linee guida, percorsi di cura, piani di cura, workflow clinici, etc. sono comunque molto diversi dall'evoluzione di un problema clinico. Essi sono la descrizione di un "flusso di attività cliniche" teoriche, programmate, eseguite, etc. a seconda dello scopo del flusso (suggerimenti, indicazione, piano di lavoro, etc.) con l'obiettivo di risolvere un problema

clinico e non tengono conto di come le attività cambiano lo stato di salute e ancor meno della tipologia della variazione.

Per concludere questa breve rassegna sulle PN in medicina si vuol segnalare che molto scarsa è la letteratura sull'uso delle reti di Petri per l'educazione in medicina. D'altronde le PN in educazione sono usate, piuttosto che per specifiche discipline/saperi, principalmente per la progettazione, come ad esempio, per il design di sistemi di e-learning (es. [HL 2007, SMt 2012]), per la generazione di sistemi di tutoring intelligenti (es. [Mal 2008]) e per la modellazione sistemi intelligenti di e-learning (es. [Aal 2011]). Un altro tema affrontato è legato al modellare il processo di apprendimento educativo; ad esempio [Bal 2009] usa le PN come strumento per analizzare il comportamento dello studente al fine di realizzare corsi elettronici più efficaci e più attraenti; questo sistema è usabile anche per creare corsi in medicina.

Il tema qui affrontato è come il problema clinico evolve, e chiaramente l'HI è collegato alle attività cliniche che si sono eseguite per risolvere il problema sorto: HIN modella infatti formalmente il percorso evolutivo di un insieme di HI e lo rappresenta graficamente (f-HIN) al discente.

In realtà non esistono molti sistemi pubblicati per modellare, anche con strumenti diversi alle PN, l'evoluzione di un problema. Un primo esempio è rappresentato da ContSys [ContSys] che, modellando i concetti rilevanti nella continuità dell'assistenza, rappresenta gli HI e il legame tra di essi: si tratta, però, di una rappresentazione concettuale statica, mentre HIN è finalizzato all'evoluzione e quindi alla dinamica ad esso associata: questo aspetto è uno dei motivi alla base della scelta dello strumento delle reti di Petri. Un altro esempio è offerto da ICPC2, che lega attraverso un puntatore i problemi di salute collegati tra loro, ma senza specificarne il motivo [W 1998].

Un ulteriore esempio di modello di storia clinica è offerto dal fascicolo sanitario elettronico Lumir, che collega i problemi tra loro e ognuno di essi ai documenti elettronici che sono stati scritti durante i contatti clinici avuti nell'esecuzione del percorso clinico attivato in risposta al problema di salute [Sal 2011].

6. Il modello HIN

L'evoluzione di problemi clinici di una generica persona può essere descritta formalmente tramite HIN, ossia come una rete di problemi di salute (network of health issues) che fornisce la semantica completa dei vari problemi incontrati dal paziente e la loro evoluzione nel tempo.

Il modello HIN è basato su una rete di Petri di tipo posto/transizione, ossia su un grafo diretto bipartito, così composto:

- ✓ *Il nodo posto della PN, rappresentato da un cerchio, modella un problema clinico.*
- ✓ *Il nodo transizione della PN, rappresentato da una sbarra, modella l'evoluzione di un problema, ossia del nodo che funge da input all'arco che lo congiunge alla sbarra/nodo evoluzione.*
- ✓ *L'arco diretto, che collega un posto ad una transizione e viceversa.*

Associata a ciascuno di questi due tipi di nodi (problema ed evoluzione) vi è una scheda descrittiva, oltre all'etichetta che individua univocamente il nodo.

In realtà per una questione di rispetto delle regole alla base di una rete di Petri esistono anche particolari posti, diversi da health issue, per i quali non esiste la relativa scheda.

Si noti che come PN il grafo è bipartito per cui due nodi dello stesso tipo (cerchio o sbarra) non possono essere collegati da un arco.

Per quanto riguarda le condizioni di marcatura PN, i token presenti in un HI rappresentano in HIN lo stato di salute di una persona generica (come riconosciuto dal medico curante), che evolve da un problema a un altro: ciò significa da una parte che i token migrano da un nodo a un altro nodo, e dall'altra parte che i nodi del posto che rappresentano un HI possono contenere solo un token alla volta (la HIN composta da soli HI è una rete PN binaria, ovvero sicura).

La marcatura di una rete HIN relativa ai soli nodi HI rappresenta lo stato di salute del cittadino.

6.1 Il nodo posto

Esistono due tipi di nodo posto:

- ✚ il nodo problema di salute (health issue, HI),
- ✚ il nodo semaforo (semaphore).

Il nodo problema rappresenta un problema di salute (health issue).

Il nodo problema di salute rappresenta un health issue, così come introdotto nello standard ContSys [ContSys]. Tale concetto viene esteso anche a tutti gli elementi della nomenclatura ICPC2 [W 1998], quali sintomi, segni, diagnosi, etc., in quanto concetti propri della medicina territoriale ed in particolare dei medici di medicina generale.

Ad ogni nodo viene associata una scheda che riporta le principali caratteristiche (item) del problema correlato. La tab. 6.1.1 mostra la composizione della scheda associata al nodo problema.

Tabella 6.1.1 – Elementi componenti la scheda associata al nodo problema (HIN)

Item	Descrizione	Tipo di valore	Obbligatoria	
			SI	NO
ID	Codice identificativo Individua univocamente il nodo problema	Sigla a scelta	X	
RIF	Riferimento Codice identificativo (ID) del problema analogo apparso la prima volta (ad esempio nel caso di problema ricorrente, il codice problema apparso per la prima volta)	Vedi ID	X*	
Nome clinico	Nome del problema	Testo libero	X	
Sistema di codifica	Sistema di codifica <ul style="list-style-type: none"> • a scelta del compilatore • può essere usato più di un sistema (N.B.: unica scelta per tutte le schede: problema ed evoluzione)	<ul style="list-style-type: none"> • ICPC (International Classification of Primary Care) • SNOMED (Systematized Nomenclature Of MEDicine) • ICD (International Classification of Diseases) 	X	
Codice Problema	Codice del problema (con relative descrizioni associate)	In accordo con il sistema di codifica scelto	X	
Classe Problema	Classe del problema con relativa codifica	In accordo con il sistema di codifica scelto	X	
Tipo Problema	Tipologia di health issue	Lista di possibili valori: <ul style="list-style-type: none"> • diagnosi • ipotesi diagnostica • sintomo • segno • reperto • condizione di rischio • problema iatrogeno • fattore di rischio • classe di problemi • evento fisiopatologico • processo fondamentale • disturbo • problema sociale • etc. 		X

<i>Descrizione</i>	Presentazione del problema	Testo libero		X
<i>Sintomatologia</i>	I possibili sintomi associati al problema	Lista dei codici e relative descrizioni, in accordo con il sistema di codifica scelto		X
<i>Informazioni cliniche</i>	Informazioni caratterizzanti il problema durante l'episodio di cura, nel periodo in cui il piano di cura non si modifica e le terapie previste se non sono modificate durante i contatti	Lista di brevi descrizioni		X
<i>Contatto (Attività cliniche associate al problema)</i>	Attività cliniche e/o contatti clinici che costituiscono il piano di cura, nell'ipotesi che questo non si modifichi con particolare attenzione alle indicazioni terapeutiche	Lista di brevi descrizioni relative alle eventuali attività che si possono effettuare nel piano di cura associato all'health issue, ed in particolare le indicazioni terapeutiche		X
<i>Ricorrenza</i>	Ricorrenza per indicare se ricorrente, ma non si conosce il numero delle ricorrenze (<u>solo per l'health issue ricorrente</u>)	<ul style="list-style-type: none"> • T = true/vero • F = false/falso 		X
<i>HI oscillante</i>	Oscillante per indicare se HI oscilla ripetutamente tra vari HI con diversi livelli di gravità	<ul style="list-style-type: none"> • T = true/vero • F = false/falso 		X
<i>Note</i>	Ulteriori informazioni per una migliore descrizione dell'health issue Es. Le caratteristiche del paziente	Testo libero		X
<i>Origine</i>	Le cause all'origine dello stato iatrogeno (<u>solo per health issue con nome del problema = iatrogeno</u>)	Testo libero	X	

* obbligatorio solo se ricorrente e dalla seconda volta in poi

Il posto semaforo rappresenta una modalità coerente con il formalismo delle PN per regolare le sequenze di sparo.

Il posto *semaforo* è rappresentato con due cerchi concentrici.

Le marche in esso presenti servono per permettere che un'evoluzione (es. ricorrenza) si ripeta secondo un numero ben definito di volte, oppure per creare delle situazioni di conflitto strutturale (due transizioni che hanno almeno un posto d'input in comune) in modo che l'esecuzione di un'evoluzione escluda un'altra. Quest'ultima situazione si presenta sia nel caso di evoluzioni (es. complicanze) alternative tra loro, sia nel caso di due percorsi differenti che confluiscono in un terzo, laddove quest'ultimo percorso può essere attivato una sola volta.

Il nodo semaforo si configura pertanto come un nodo sorgente. Inoltre, essendo il grafo HIN 1-limitato, per i soli nodi HI, il grafo HIN è limitato nelle marcature.

Generalmente il numero di marche sarà uguale al numero di volte che può ripetersi l'evoluzione: nelle situazioni di conflitto strutturale questo valore è di solito pari a 1. La marca nel semaforo è presente nella marcatura iniziale.

Non sempre si modellerà il posto semaforo nel grafo HIN, ma le informazioni relative alla ripetizione vengono inserite nella scheda della relativa transizione a cui il semaforo fa da nodo di input.

OSSERVAZIONI

- ❖ Il dominio di definizione dei tipi di problema clinico (health issue) è un insieme aperto, in quanto essi possono essere definiti in accordo con differenti motivazioni, come il tener conto della disciplina medica (ad esempio la disabilità può essere un health issue se lo s'intende come fattore di rischio). Alcuni tipi di problemi clinici (nodo HI) possono essere:
 - diagnosi,
 - ipotesi diagnostica,
 - sintomo,
 - segno,
 - reperto,
 - condizione di rischio,
 - fattore di rischio,
 - problema iatrogeno,
 - classe di problema,
 - evento fisiopatologico
 - processo fondamentale,
 - disturbo,
 - problema sociale,
 - etc.

- ❖ Quando l'evoluzione di un nodo HI porta alla modifica di un percorso di cura esistente (ad es. insufficienza renale cronica 2° → insufficienza renale cronica 3°), o al limite a un nuovo percorso di cura, si genera un nuovo nodo HI.
- ❖ Nel caso di problema ricorrente, esiste un nodo HI unico.
- ❖ Nel caso in cui cambia la gravità (ma non la natura generale) di un problema clinico, si genera un nuovo nodo HI tramite aggravamento/miglioramento.
- ❖ Nel caso in cui un problema clinico diviene cronico, si genera un nodo HI differente tramite aggravamento.
- ❖ Nel caso in cui la terapia non dia i risultati previsti relativamente ad una diagnosi e si è quindi fatta una nuova diagnosi, che eventualmente conduce ad un cambio di terapia, si genera un altro nodo HI con lo stesso nome tramite approfondimento; infatti anche se si tratta dello stesso tipo di problema clinico, la

presenza di due diverse diagnosi legate tra loro da un approfondimento dà origine a due diversi nodi HI (chiaramente nel secondo problema il valore dell'attributo RIF è il valore dell'attributo ID del primo HI) a ciascuno dei quali si riferisce una precisa terapia, eventualmente differente dall'altra.

- ❖ Se durante l'evoluzione di un problema clinico s'incontra un problema già presente nel cammino/percorso evolutivo (o in generale nella HIN), si genera un altro nodo HI: infatti anche se si tratta dello stesso tipo di problema clinico, si parla in realtà di due problemi clinici diversi, sebbene analoghi (perché avvenuti in momenti diversi). Chiaramente nel secondo HI il valore dell'attributo riferimento RIF è il valore dell'attributo codice identificativo ID del primo HI; es. i diversi episodi di diverticolite acuta: manifestazioni dello stesso problema clinico in tempi diversi – anche se in HIN il tempo non viene considerato in forma esplicita – vengono considerate come problemi clinici diversi, e rappresentate da altrettanti nodi HI.
- ❖ Due HI che si alternano ripetutamente (es. zoppia di II grado con zoppia di III grado) e sono collegati tra loro da evoluzioni di tipo aggravamento e miglioramento, si dicono oscillanti, e tra di essi si ingenera un ciclo detto ricorsivo. Tali HI si rappresentano in forma compatta attraverso una ben specifica semantica, cui si aggiunge la descrizione più dettagliata nella relativa scheda, altrimenti si considerano i singoli HI collegati tra loro tramite le evoluzioni prima menzionate, secondo una ripetizione successiva di nodi HI.
- ❖ Nel caso di due HI oscillanti ma con evoluzioni di tipo complicanza, si crea un ciclo di HI che operano come co-morbidità (ciclo con feedback positivo); in tal caso si è in presenza di una continuità di evoluzione tra due HI (es. sovrappeso e vita sedentaria). Anche in questo caso la dinamica si può rappresentare, invece che in forma compatta attraverso il ciclo, considerando in forma estesa la successione dei singoli HI collegati ripetutamente tra loro.
- ❖ Un particolare health issue è quello *iatrogeno*. Questo è legato ad es. agli effetti collaterali indesiderati di un farmaco, alle conseguenze fisio-patologiche di un intervento chirurgico (es. iatrogeno: per origine di resezione del colon) o di una procedura medica (es. iatrogeno: per allergia da ATA, attività clinico-terapeutiche associate), etc. Per questo particolare health issue nelle schede associate al nodo HI viene aggiunta una riga specifica, al fine di indicare l'origine della iatrogenesi.

6.2 Il nodo transizione

Il nodo transizione collega due nodi HI e rappresenta un'evoluzione da un problema di salute ad un altro.

Un problema di salute può evolvere in un altro problema secondo la tab. 6.2.1.

Tabella 6.2.1 – Le diverse dinamiche di evoluzione di un problema

	Tipo di evoluzione	Definizione	Esempio
1	Aggravamento (Worsening)	Il problema degenera in un differente problema, rimanendo però nella stessa classe di problemi	da raffreddore a bronchite
2	Complicanza (Complication)	Il problema di uscita (differente da quello di partenza, ma appartenente ad un'altra classe di problemi) è una complicanza insita nella fisiopatologia del problema di partenza	un diabete si complica con un'ulcera diabetica del piede (non è un'evoluzione del diabete in sé)
3	Approfondimento (Examining in depth, or further tests)	Il problema è analizzato in profondità e quindi meglio definito, grazie ai risultati di test clinici che permettono al medico di avere un quadro clinico più chiaro	da tosse a bronchite
4	Miglioramento (Improvement)	Un problema di salute migliora in un problema meno grave rispetto al precedente	manifestazioni allergiche migliorano col passare degli anni (non più asma ma solo rinite) o dopo terapia

A questi si aggiunge per completezza un altro tipo di evoluzione, legato alla *ricorrenza* di un problema, che come tale avviene tra nodi problema analoghi. Il tipo di evoluzione ricorrenza si riferisce a tutte le dinamiche che implicano una ripetitività, ad es. recidività, ripetizione, recrudescenza.

A seguire, un legame simile alla complicanza si ha quando un problema fisiopatologico dà origine a un sintomo o ad una diagnosi: l'evoluzione è indicata come *causa*.

Il ciclo è composta da HI differenti che si evolvono uno nell'altro con continuità: A seconda dell'evoluzione che collega gli HI, si hanno due differenti tipi di ciclo:

- ❖ nel caso di evoluzione che implica la "trasformazione" di HI, la situazione è molto simile alla ricorrenza;

- ❖ nel caso di evoluzione che implica la complicità di HI, la situazione è molto pericolosa in quanto la presenza di HI che si “eccitano” porta ad un continuo aumento della gravità per gli HI creando un feedback positivo (evoluzione definita *feedback positivo*).

La composizione della scheda associata al nodo evoluzione è descritta in tab. 6.2.2.

Tabella 6.2.2 – Elementi componenti la scheda associata al nodo evoluzione (HIN)

Item	Descrizione	Tipo di valore	Obbligatoria	
			SI	NO
ID	Codice identificativo individua univocamente il nodo problema di input	Sigla a scelta	X	
Tipo di Evoluzione	L'evoluzione che si vuole rappresentare con l'arco	<ul style="list-style-type: none"> • Aggravamento • Complicità • Approfondimento • Miglioramento • Ricorrenza • Causa 	X	
Problemi di salute in input	Nome clinico problema che partecipa all'evoluzione in ingresso	Lista dei codici di problemi e relative descrizioni, in accordo con il sistema di codifica scelto nella scheda problema	X	
Problemi di salute in output	Nome clinico problema che partecipa all'evoluzione come output	Lista dei codici di problemi e relative descrizioni, in accordo con il sistema di codifica scelto nella scheda problema	X	
Presenza di comorbidità	Nome clinico problema che partecipa all'evoluzione come comorbidità	Null = mancanza di comorbidità OVVERO Lista dei codici di problemi e relative descrizioni, in accordo con il sistema di codifica scelto nella scheda problema		X
Descrizione	Presentazione dell'evoluzione	Testo libero		X
Contatto (Attività cliniche associate all'evoluzione)	Il contatto clinico [ovvero Attività cliniche , lista delle eventuali attività che	Lista di brevi descrizioni		X

	si possono effettuare] per riconoscere l'evoluzione			
<i>Temporal-guard Condition</i>	Vincoli temporali per valutare la validità dell'evoluzione, ossia per definire i rapporti temporali tra gli health issue coinvolti nell'evoluzione	Lista di condizioni		X
<i>Clinical-guard Condition</i>	Condizioni cliniche atte a definire la co-morbidità che influenza l'evoluzione del problema clinico in ingresso (stato clinico, problema clinico, classe di diagnosi, diagnosi, fattore di rischio, etc.), a segnalare di HI oscillanti, a porre vincoli particolari sui pazienti, etc.	Lista di condizioni		X
<i>Informazioni cliniche</i>	Le informazioni cliniche che caratterizzano l'evoluzione, ossia i parametri clinici con relativi valori che indicano l'evoluzione di un health issue, eventuale terapia che ha comportato un nuovo problema di salute, etc.	Lista di brevi descrizioni		X
<i>Note</i>	Ulteriori informazioni per una migliore descrizione dell'evoluzione	Testo libero		X
<i>Ripetizione</i>	Indica quante volte la complicanza può ripetersi (solo per complicazione di tipo complicanza)	Numero intero positivo		X*
<i>HI oscillante (ciclo)</i>	Oscillante per indicare se HI oscilla ripetutamente tra vari HI con diversi livelli di gravità	<ul style="list-style-type: none"> • T = true/vero • F = false/falso 		X**
<i>Partecipanti</i>	I codici degli HI oscillanti che meglio dettagliano HI caratterizzante il nodo	<ul style="list-style-type: none"> • ICPC (International Classification of Primary Care) • SNOMED (Systematized Nomenclature Of MEDicine) 		X**

		• ICD (International Classification of Diseases)		
<i>Nome clinico degli oscillanti</i>	Nome dei problemi oscillanti	Testo libero		X**

* obbligatorio solo se la complicità è ricorrente e dalla seconda volta in poi, escludendo tale ripetizione se la ricorrenza è grande a piacere

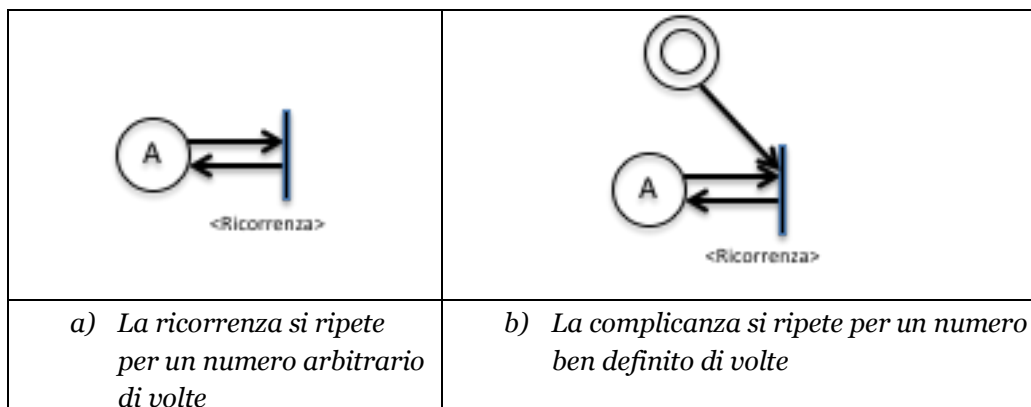
** obbligatorio in caso di oscillazione

Le guard condition (temporal e clinical) hanno lo scopo di definire in forma implicita (cioè non in chiaro nel grafo) i vincoli (temporali e relativi ad health issue) che contribuiscono all'evoluzione; è un modo alternativo alla rappresentazione grafica specialmente per la comorbidità. Inoltre nelle clinical-guard condition si possono inserire vincoli legati alla tipologia dei pazienti di cui si cercano casi clinici, come ad esempio il sesso, la fascia di età, etc. e chiaramente anche loro combinazioni. Come indicato nella tab. 6.2.2 la clinical-guard condition segnala anche situazioni di HI oscillanti.

Si mostrano nel seguito i modelli dei vari possibili casi d'interazione.

- ✚ Il caso del problema di salute A che si presenta in maniera ricorrente, è rappresentato in fig. 6.2.1. Si noti che si ha un anello composto da un'unica transizione, la ricorrenza. Nel caso in cui esista un limite nelle ripetizioni si introduce un posto semaforo.

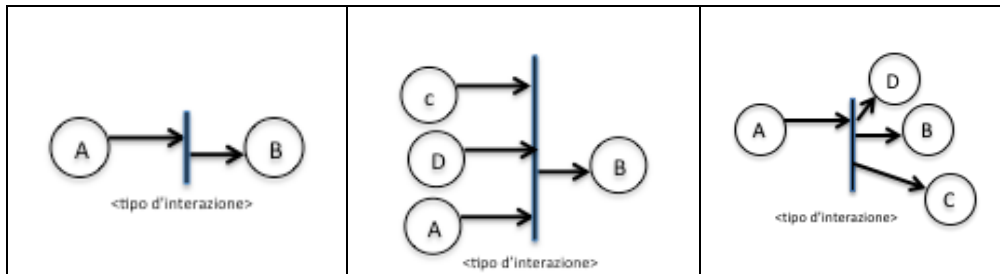
Figura 6.2.1 – La modellizzazione di ricorrenza



- ✚ Il caso del problema di salute A che si aggrava / migliora / viene approfondito nel problema B, è rappresentato in fig. 6.2.2. La presenza di questi tipi di evoluzione non presuppone un cambiamento nella natura del problema (stessa classe di problemi). Per il caso dell'ingresso multiplo questa situazione vale solo per la presenza di differenti segni/sintomi in ingresso e quindi per il solo approfondimento, oppure per aggravamento con un'unica diagnosi o sospetta diagnosi. La presenza multipla in ingresso non è possibile nel caso del

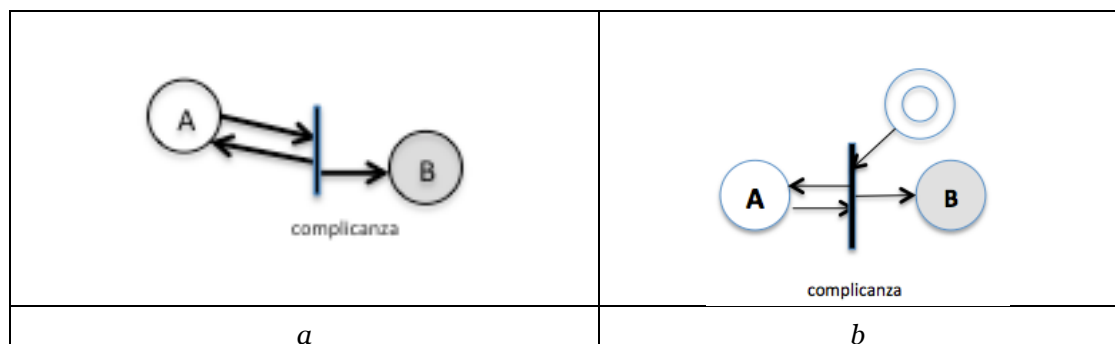
miglioramento. L'uscita è in ogni caso sempre costituita da un unico problema di salute.

Figura 6.2.2 – La modellizzazione di aggravamento, miglioramento, approfondimento



- Il caso del problema di salute A che si complica nel problema B, è rappresentato in fig. 6.2.3a. Il problema B diviene un nodo problema iniziale di un altro percorso evolutivo. Si noti che si ha un anello, relativo al nodo A, ciclo composto da un'unica transizione. In questo caso il token si sdoppia: passa cioè da A a B, ma continua a rimanere anche in A, visto che il soggetto viene ad avere due health issues contemporaneamente, di cui uno è complicanza dell'altro (esempio: diabete e retinopatia diabetica). La complicanza si rappresenta come un arco in ingresso e in uscita, in quanto il relativo health issue scatenante rimane attivo nello stato di salute del cittadino (come riconosciuto dal medico curante); questo implica che questa transizione rimane abilitata allo scatto per cui può aversi una ripetizione della stessa complicanza anche se l'HI di output non ha marche. A tal fine si introduce un posto semaforo (fig. 6.2.3b) per definire il numero di volte in cui la ripetizione può avere luogo, con l'intesa che le marche siano presenti nella marcatura iniziale. Per semplificare il grafo non sempre si modellerà il posto semaforo. In realtà per una modellizzazione corretta della ripetizione della complicanza, generalmente tale evoluzione si modella in modo differente utilizzando la ricorrenza dell'HI generato (ossia di B)³.

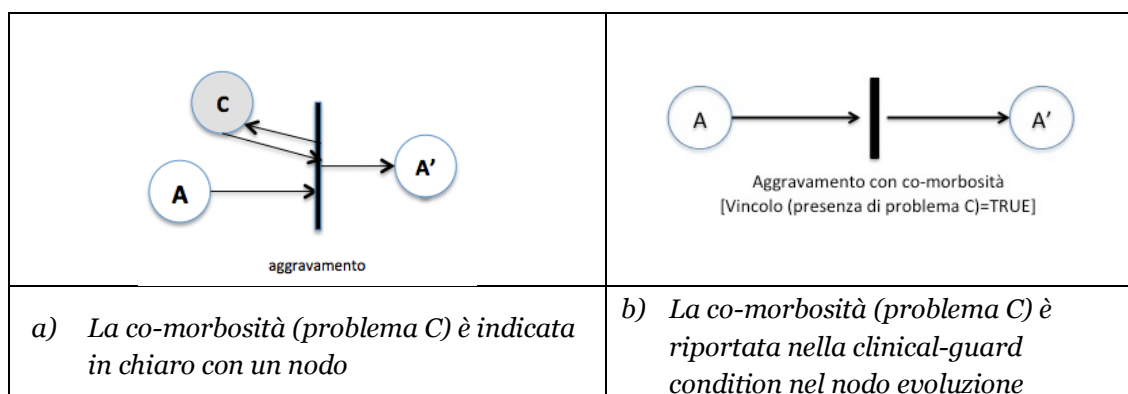
Figura 6.2.3 – La modellizzazione della complicanza



³ Vedi la sez. Osservazioni del par.6.3.

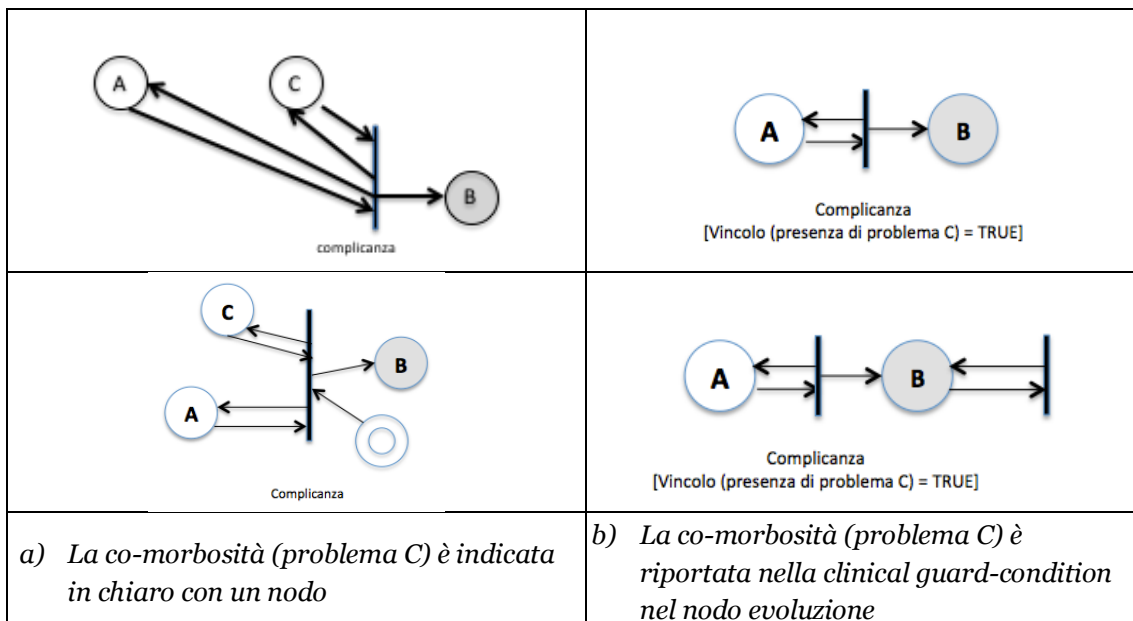
- Il caso del problema di salute A che si aggrava nel problema A' per la presenza del problema C è rappresentato in fig. 6.2.4a. È anche il caso dell'approfondimento in presenza di un fattore di rischio, ossia il fattore di rischio è una compliance da tenere conto. Una soluzione alternativa pone il problema C nella clinical-guard condition nel nodo evoluzione, eliminando dal grafo il corrispondente nodo C (fig. 6.2.4b). Si noti che si ha un anello, relativo al nodo C, ciclo composto da un'unica transizione.

Figura 6.2.4 – La modellizzazione dell'aggravamento in presenza di co-morbidità (problema C indicato in chiaro con un nodo)



- Il caso del problema di salute A che si complica nel problema B per la presenza del problema C, è rappresentato in fig. 6.2.5a. Il problema B diviene un nodo problema iniziale di un altro percorso evolutivo. Una soluzione alternativa pone il problema C nella clinical guard-condition nel nodo evoluzione, eliminando dal grafo il corrispondente nodo C (fig. 6.2.5b). Si noti che si hanno due anelli: uno relativo al nodo A e uno relativo al nodo C, ciascuno dei quali è composto da un'unica transizione. Vi può essere presente anche in questo caso il nodo semaforo per limitare la ripetizione dello sparo della transizione. In alternativa si può modellare la ricorrenza della complicanza con la ricorrenza dell'HI generato (ossia di B).

Figura 6.2.5 – La modellizzazione di complicanza in presenza di co-morbidità
 (problema C indicato in chiaro con un nodo)



OSSERVAZIONI

- ❖ Il problema ricorrente si presenta con un anello, che può essere ripetuto un numero qualsiasi di volte (in termini di reti di Petri, la marca non va oltre 1 in quanto lo scatto/sparo la consuma e la genera). Nel caso in cui la ripetizione accadesse un numero massimo di volte, tale numero coinciderebbe con il numero di token inseriti nel posto semaforo in input alla transizione ricorrente, ossia il numero di token presenti nella marcatura iniziale della HIN. Nel caso in cui non sia presente il semaforo, la ripetizione della sequenza di sparo è affidata alla scelta del docente (non esistono comunque sequenze infinite o molto lunghe).
- ❖ L'aggravamento, l'approfondimento e la complicanza di un problema di salute possono essere "influenzati" dalla concomitanza di un altro problema (co-morbidità), nel senso che l'evoluzione del problema clinico in ingresso è condizionata da un altro health issue, quale un ulteriore problema, un fattore di rischio (ereditario, legato all'ambientale, alla stagione, etc.), uno stato iatrogeno, etc. Questa concomitanza può essere espressa a livello di classe di malattie (es. malattie respiratorie). È ovviamente possibile che gli HI che costituiscono la co-morbidità siano anche più di uno.
- ❖ Nel caso di co-morbidità in presenza di altri problemi (health issue) indicati a livello di classe di malattia, si usano i clinical-guard condition. In questo caso risulta importante il sistema di codifica adottato.
- ❖ La situazione del problema clinico che si complica in due HI può essere modellata in due differenti modi equivalenti:
 - un'unica evoluzione complicanza avente in uscita i due problemi generati;

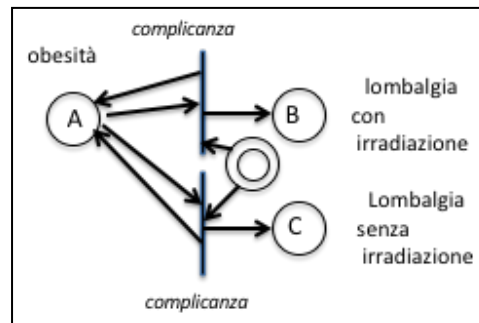
- due evoluzioni complicanza, con lo stesso problema in ingresso e ognuna con un'unica uscita costituita da ciascun problema generato.

La scelta del tipo di modello è a discrezione del medico docente che sceglie in funzione di come ritiene che avvenga questa “doppia” complicanza.

- ❖ Nel caso in cui siano presenti più problemi di co-morbidità, la clinical-guard condition può essere espressa con un'espressione logica (es. figg. 6.2.4b, oppure 6.2.5b).
- ❖ Le interazioni possono risentire della presenza di un altro problema e quest'ultimo può essere rappresentato con un nodo problema o mediante clinical-guard condition dell'arco evoluzione; nel caso di rappresentazione con nodo problema, tale nodo può essere, nello stesso tempo, un nodo iniziale di un nuovo percorso evolutivo.
- ❖ Per evidenziare che l'evoluzione di un problema avviene entro un dato intervallo di tempo vengono posti dei vincoli presenti nelle temporal-guard condition. Si impedisce così la descrizione di situazioni potenzialmente confuse (es. una query per “pazienti che hanno avuto prima l'influenza e poi la polmonite” su un EHR di un MMG con pazienti che segue da molto tempo può restituire anche casi clinici di pazienti che nel 2008 hanno avuto l'influenza e nel 2018 la polmonite). I vincoli temporali si possono applicare sia su una singola evoluzione che su un percorso (cascata di evoluzioni). È chiaro che l'intervallo temporale minimo e massimo può variare da situazione a situazione, da pochi giorni a vari anni. È giusto prevedere l'intervallo minimo e massimo nel modello e poi, a livello di generazione della query, lasciar libero il medico docente di stabilire l'intervallo temporale.
- ❖ Vi possono essere delle evoluzioni legate di tipo complicanza che sono in mutua esclusione fra loro (l'operatore logico XOR⁴), es. l'obesità può complicarsi in lombalgia con irradiazione, oppure in lombalgia senza irradiazione. Occorre però considerare che l'evoluzione complicanza si basa su un anello, per cui non si può rappresentare la situazione dello XOR se non con un conflitto strutturale. Questo tipo di complicanza si può rappresentare tramite il posto semaforo, poiché questo genera un conflitto strutturale (fig. 6.2.6) che, ponendo nel semaforo solo un token come marcatura iniziale, diviene effettivo.

⁴ $A \text{ XOR } B = (A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B)$

Figura 6.2.6 – Uso del nodo semaforo in presenza di conflitto strutturale generata da XOR



- ❖ Nell'evoluzione di un problema possono essere presenti più HI che comportano un aggravamento con co-morbidità. Questi fattori di co-morbidità possono agire sia separatamente che tutti insieme per dare origine all'evoluzione in esame. Tale situazione è chiara solo per casi clinici reali, mentre può risultare molto incerta al momento di progettare l'HIN per il caso generico, ove occorre garantire tutte le possibilità.

Le soluzioni possono essere diverse, sempre con la scelta di disegnare solo un'unica evoluzione d'aggravamento; ad esempio si rappresentano graficamente solo i fattori di co-morbidità sempre presenti.

Chiaramente la combinazione dei fattori di co-morbidità, generalmente in OR tra di essi, è riportata nella clinical-guard condition dell'evoluzione aggravamento e quindi inserendo anche fattori di co-morbidità non sempre presenti. Di tutti i fattori si tiene comunque conto al momento di definizione della query.

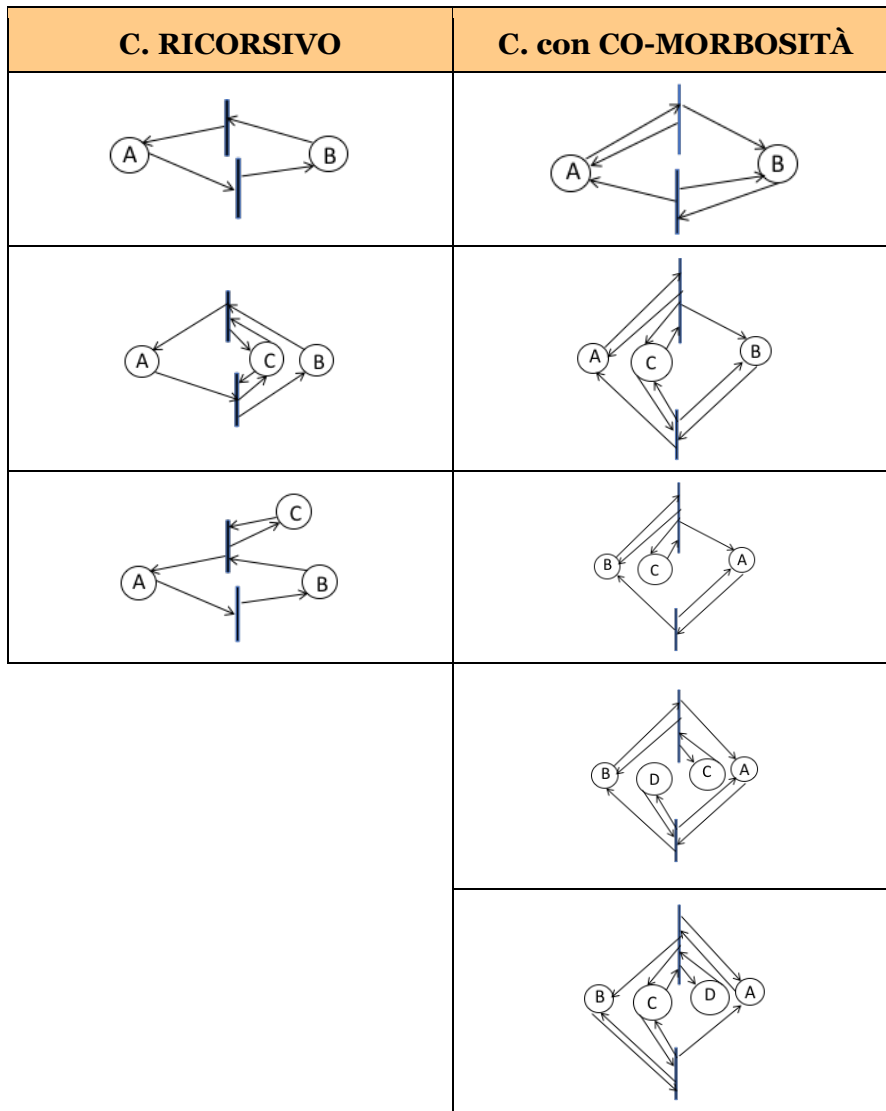
In tal modo vi è solo una transizione tra ogni HI di input dell'evoluzione e quello di output. Pertanto per la definizione della sequenza di sparatura la marcatura iniziale presenta la marca in tutti i nodi HI d'ingresso; il medico docente può anche intervenire al momento di definizione della query scegliendo le possibili sequenze di sparatura (ciascuna contenuta in quella più estesa composta da tutti i nodi HI d'ingresso marcati), che andranno in OR nella definizione della query stessa.

Poiché la query è posta in OR, si ha la possibilità di selezionare più casi clinici a posteriori (tra quelli selezionati con la query); il medico docente ha quindi maggior scelta, e conseguente possibilità di individuare, tra i casi dei pazienti reali, quelli che ritiene più consoni al suo obiettivo formativo.

- ❖ Nell'evoluzione di un problema possono essere presenti più sintomi o segni che possono agire sia separatamente che di concerto, dando origine all'approfondimento. In tale situazione si può rappresentare il tutto con un'unica evoluzione, optando per una delle due seguenti soluzioni, sulla base delle esigenze e del contesto: (i) si possono riportare in chiaro tutti i sintomi individuati; (ii) così come visto nel caso di aggravamento con complicanza, si possono dividere i sintomi in quelli presenti (rappresentati graficamente) e quelli no (riportati solo nella clinical-guard condition). La marcatura iniziale e le scelte delle sequenze di sparatura per la query sono analoghe al caso dell'aggravamento.

- ❖ Nell'evoluzione di un problema possono essere presenti più HI in uscita, nel caso di un aggravamento o di un approfondimento. Tali HI in uscita possono essere generati; tale generazione può portare a tutti gli HI d'uscita o alcuni di essi, o addirittura uno solo. Anche in questo caso la situazione è chiara solo per casi clinici reali mentre la situazione risulta molto incerta al momento di progettare l'HIN per il caso generico, ove occorre garantire tutte le possibilità. Questo si rappresenta con un'unica transizione e quindi si ha la possibilità di selezionare più casi clinici a posteriori (tra quelli selezionati con la query); il medico docente ha quindi maggior scelta nell'individuare, tra i casi dei pazienti reali, quelli che ritiene più consoni al suo obiettivo formativo.
- ❖ Il legame tra due HI, così come tra due insiemi di problemi di salute – in ingresso e in uscita – è unico (è possibile tra di essi una sola evoluzione) e rappresenta un importante elemento diagnostico; gli eventuali ulteriori problemi (segni e sintomi e/o fattori di co-morbosità) possono risultare non sempre presenti (legame logico di OR) e quindi svolgono il ruolo di optional per facilitare il riconoscimento del legame (evoluzione). A tal fine è importante modellare i problemi che giocano un ruolo fondamentale, e lasciare la modalità di rappresentazione degli altri HI alla discrezione del medico: questi infatti usa il modello HIN per fare esercizi, e non per studi sull'evoluzione dei problemi di salute.
- ❖ Nella clinical-guard condition viene riportata la presenza del ciclo, specialmente per l'evoluzione complicata del feedback positivo. In fig. 6.2.7 sono riportati alcuni casi di ciclo.

Figura 6.2.7 – Esempi di ciclo: ricorsivo (sx); con feedback positivo (dx)



6.3 Il grafo e il cammino

Il grafo HIN rappresenta l'evoluzione dello stato di salute di una persona generica, ossia l'insieme di tutti i possibili percorsi evolutivi della persona.

Un sotto-grafo HIN connesso rappresenta l'evoluzione di un problema specifico dal suo inizio alla sua conclusione.

Un cammino in HIN rappresenta l'evoluzione tra due nodi problemi⁵. Ogni cammino è una possibile evoluzione del problema iniziale per una generica persona.

Le caratteristiche di un grafo HIN possono essere le seguenti:

- ✓ HIN minimo, composto da 1 solo nodo problema.
- ✓ In HIN possono esistere nodi problema isolati.
- ✓ In HIN i nodi sorgente sono solo nodi problema e semaforo.
- ✓ In HIN i nodi pozzo sono solo nodi problema.
- ✓ In HIN tra due insiemi di nodi problema esiste solo un nodo evoluzione, ossia solo un tipo d'interazione: in altre parole, ossia non esistono due differenti nodi evoluzione che li uniscono (il tipo di evoluzione da un insieme di problemi ad un altro è univoco).

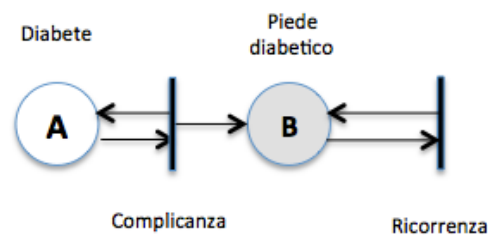
OSSERVAZIONI

- ❖ In HIN non esistono nodi evoluzione sorgente, pozzo e isolati.
- ❖ HIN può essere un grafo non connesso, ossia formato da vari sotto-grafi connessi (uno per ogni evoluzione di problema di salute) oppure da nodi problema isolati.
- ❖ In HIN un cammino, per avere una sua semantica, deve avere come nodo iniziale e nodo finale un nodo problema. Il percorso evolutivo è un cammino che parte da un nodo problema iniziale e termina in un nodo problema finale; pertanto un cammino, oltre a rappresentare un percorso da un nodo sorgente iniziale, può mostrare l'evoluzione anche di un problema "intermedio". Il cammino come percorso evolutivo di un problema può essere sviluppato soltanto con evoluzioni non di tipo complicità (non mostrando cioè le eventuali complicità generate), dato che queste originano, come detto, nuovi cammini.
- ❖ Il nodo problema iniziale di un percorso/cammino può essere costituito da un qualsiasi problema (es. una diagnosi precedentemente individuata durante un ricovero avvenuto prima del percorso in medicina territoriale). Il nodo problema sorgente è un nodo problema iniziale, ma il viceversa non è sempre vero: possono esistere nodi iniziali non sorgente (es. nodi originati da evoluzioni di tipo complicità, che a loro volta danno origine a particolari percorsi evolutivi).
- ❖ Il nodo problema finale di un percorso/cammino può essere costituito da un qualsiasi problema. Il nodo problema pozzo è un nodo problema finale, ma il viceversa non è sempre vero; possono esistere nodi finali (di un cammino) non pozzo (che generano altri problemi per complicità).

⁵ Il nodo da cui inizia il cammino è detto nodo iniziale, quello in cui finisce è detto nodo finale.

- ❖ L'evoluzione complicanza può dare origine più volte allo stesso HI; in fig. 6.3.2 si è in presenza di una ricorrenza dell'HI risultato della complicanza. È ad es. il caso del diabete che si complica in piede diabetico, che può avvenire in tempi differenti per entrambi i piedi. Si noti che il token è sempre uno, che si sdoppia. Con questo modello si vuol evidenziare la ricorrenza del piede diabetico indipendentemente dal fatto che compare come complicanza del diabete; la complicanza è infatti evidenziata con la generazione del piede diabetico per la prima volta.

Figura 6.3.2 – La complicanza ripetuta



- ❖ Nel caso in cui vi sia la possibilità che si arrivi ad un HI tramite due diversi cammini nell'evoluzione dinamica del grafo, attraverso l'uso di un semaforo si inibisce la possibilità di un secondo sparo, prevenendo così un conflitto strutturale.
- ❖ L'evoluzione di un problema di salute di una persona generica è un grafo PN. Un HIN che rappresenta una generica evoluzione (quindi con molteplici alternative ravvisabili al suo interno) permette di modellare differenti percorsi evolutivi: ogni possibile cammino individuabile all'interno del grafo rappresenta una possibile evoluzione del problema iniziale per una persona reale.
- ❖ Nel grafo risultante dall'evoluzione di un problema di salute di una persona generica vi può essere la presenza di percorsi non connessi tra loro; in tal modo si rappresenta che non esistono legami evolutivi tra percorsi evolutivi, ossia non vi è nessuna influenza tra loro. In tal modo si rappresentano le associazioni non causali (cfr. Tab. 3.2). Risulta importante una loro correlazione temporale, problematica affrontata in HIN attraverso l'impiego delle temporal-guard condition.
- ❖ Nel grafo risultante dall'evoluzione di un problema di salute di una persona generica vi può essere la presenza di un nodo problema isolato; in tal modo si rappresenta che non esistono legami evolutivi tra il problema isolato e il resto del grafo; non esiste cioè una co-morbosità, in altre parole non vi è nessuna influenza tra loro. In tal modo si rappresentano le associazioni non causali. Risulta importante una loro correlazione temporale, anche qui affrontata attraverso le temporal-guard condition.

- ❖ Nella presentazione di un caso referente⁶ e quindi nel caso didattico⁷, l'evoluzione di un problema di salute di una persona generica è costituito da un grafo connesso funzionale a rappresentare l'evoluzione su cui il discente si deve esercitare. La presenza di un nodo problema isolato (o di un altro percorso non connesso) ha lo scopo d'introdurre una condizione come “confondente” (come associazione non causale) per lo studente: la cosa diviene evidente in sede di esercizio per la sola “concomitanza” di tale condizione con altri HI, ma in mancanza di chiari link ad altri HI come ad es. “fattore di rischio”. Dal punto di vista formativo può costituire una situazione un po' forzata, volta a dare conto della complessità del processo diagnostico-terapeutico. È chiaro che in questo caso non esistono legami evolutivi tra il problema isolato e il resto del grafo in quanto non esiste una co-morbosità, ossia non vi è nessuna influenza tra loro, nessuna associazione causale. Ai fini dell'esercizio è importante una loro correlazione temporale – ossia conoscere le relazioni temporali esistenti (la concomitanza) – necessaria per definire il legame tra questi sotto-grafi, necessario per individuare i casi reali sui quali preparare l'esercizio per i discenti: tali relazioni temporali sono descritte nella temporal guard-condition.
- ❖ La ricorrenza e il ciclo (specialmente il feedback positivo) sono rappresentate con un percorso chiuso (il ciclo in un grafo) che dà origine quindi a una ripetizione con una numerosità non sempre determinabile. Nel caso della ricorrenza e del ciclo ricorsivo il token si sposta continuamente: (i) nella ricorrenza “va e viene” dallo stesso HI; (ii) nel ciclo va da un HI all'altro. Situazione differente nel feedback positivo, dove il token nel problema d'ingresso non può spostarsi essendo presente nell'HI d'uscita; sono quindi presenti in entrambi gli HI e di conseguenza lo spostamento è puramente virtuale (il token viaggia virtualmente). In tal modo si evidenzia il legame “stretto” tra HI: anche se le transizioni (evoluzioni) non hanno luogo (“morte”) esse avvengono nella realtà con continuità (l'oscillazione è un fenomeno continuo) aggravando sempre di più il paziente. Se si vuole evidenziare la dinamicità, si ricorre alla rappresentazione estesa, ossia ripetuta di HI ed evoluzioni.

6.4 La sequenza di spari di transizioni

La dinamica con cui le transizioni (nodi evoluzione) modificano il numero delle marche contenute nei posti (nodi problema) descrive la possibile evoluzione dello stato di salute di una persona.

La sequenza di sparo di un grafo HIN genera la possibilità di individuare un caso reale; in altre parole la sequenza di sparo può essere un caso reale: dato un grafo HIN e una marcatura iniziale, qualsiasi cammino del relativo grafo delle marcature raggiungibili, avente come nodo

⁶ Cfr. Allegato 1.

⁷ Cfr. Allegato 2.

di partenza il nodo corrispondente alla marcatura iniziale, può descrivere l'evoluzione di un caso reale.

Il grafo delle marcature raggiungibili rappresenta pertanto in forma sintetica tutte le possibili evoluzioni e quindi tutti i possibili casi reali aventi la stessa marcatura iniziale.

Le regole di sparo di un grafo HIN, in accordo con quelle delle PN, si sviluppano come segue:

- ✓ Il numero massimo di marche presenti in un nodo problema è 1: si tratta di una rete di Petri binaria (sicura) relativamente ai soli posti problema.
- ✓ Lo sparo di un nodo evoluzione di tipo ricorrente porta il numero di marche ad 1 anche se essa è già presente. Il numero di volte che questo nodo può essere attivato è indicato nella scheda a esso associata, oppure con nodo semaforo in input alla transizione ricorrente.
- ✓ Viene attivata una transizione (evoluzione) alla volta; quindi la transizione avviene immediatamente e può essere a qualsiasi distanza temporale da un'altra.

Oltre a navigare seguendo lo sparo delle transizioni (navigazione in avanti della rete) per conoscere come partendo da uno stato di salute (marcatura iniziale) si è passati ai vari stati di salute, sorge anche il problema di conoscere come si è giunti ad un singolo HI target; in questo caso il grafo di raggiungibilità⁸ può non andare bene in quanto può bastare la presenza di un sottoinsieme marcato degli HI iniziali per giungere all'HI target che ci interessa.

Nasce quindi il problema di avere un altro grafo di raggiungibilità con marcatura iniziale composta dall'HI target: per fare ciò occorre costruire l'HIN invertita, cambiando il verso degli archi.

La sequenza di sparo viene rappresentata in termini di coppia di HI (o insiemi di HI), che sono i posti di input e output alla transizione (evoluzione) che viene coinvolta. In tal modo è possibile rappresentare in maniera completa una sequenza di sparo, in quanto tra due coppie di nodi HI può esistere al massimo una ed una sola evoluzione.

In tab. 6.4.1 sono riportate alcune forme linguistiche di rappresentazione di evoluzione.

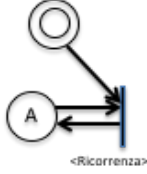

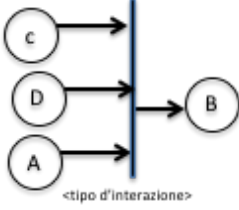
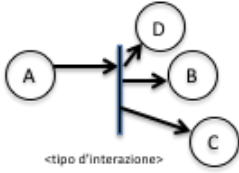
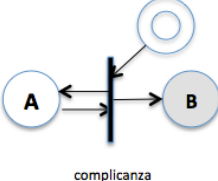
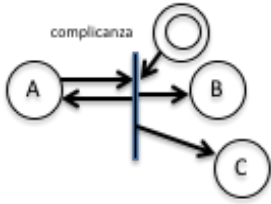
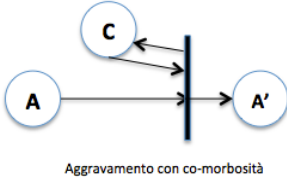
⁸ Il grafo di raggiungibilità è così composto:

- ogni nodo è la marcatura, ossia l'insieme delle HI attive (stato di salute), a un certo istante
- ogni arco è l'evoluzione che porta da una marcatura all'altra

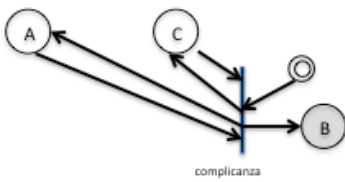
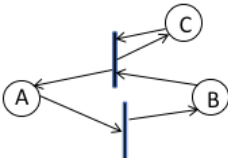
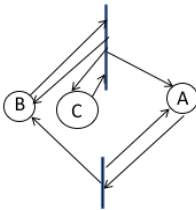
Il grafo di raggiungibilità dipende non solo dalla rete di Petri ma anche dalla marcatura iniziale. Infatti tale grafo indica come sono cambiate le marcature nel tempo: esso descrive come si è evoluto lo stato di salute del paziente nel tempo; pertanto il grafo di raggiungibilità descrive la storia clinica del paziente.

Le reti di Petri indicano i collegamenti fra i vari HI in termini di evoluzione, presi singolarmente e indipendentemente dalle marcature, mentre il grafo di raggiungibilità da la visione complessiva a livello di stato di salute e quindi dipende dalla marcatura.

Tabella 6.4.1 – La rappresentazione linguistica di HIN

	Tipo di evoluzione	Rappresentazione grafica	Rappresentazione linguistica
1	<i>Ricorrenza</i>		A – A
2	<i>Aggravamento/ Approfondimento/ Miglioramento</i>		A – A'
			(A, C, D) – B
			A – (B, C, D)
3	<i>Complicanza</i>		A – (A, B)
			A – (A, B, C) ⁹
4	<i>Aggravamento / approfondimento in presenza di co- morbosità</i>		(A, C) – (A', C)

⁹ Può essere espressa anche con due evoluzioni differenti con lo stesso ingresso (dipende dal medico docente) (cfr. fig. 6.2.6).

5	Complicanza in presenza di co-morbosità		$(A, C) - (A, B, C)$
5	Ciclo no-co-morbosità in presenza di co-morbosità		verso di percorrenza da A a B $A - B$
7	Ciclo co-morbosità in presenza di co-morbosità		verso di percorrenza da A a B $A - (A, B)$

È possibile rappresentare la sequenza di sparo (evoluzione) in forma linguistica esprimendola in termini di HI secondo la seguente **BNF** (Backus normal form, forma normale di Backus)¹⁰.

```

<sequenza> ::= '<' <transizione>{'>'<transizione>}'>'
<transizione> ::= <elemento> '-' <elemento> | '['<elemento> '-'
'<elemento>']' [<contatore>]
<elemento> ::= <HI> | ('<HI>','<HI>{'>'<HI>}'')
<HI> ::= <carattere> {'>'<carattere>}
<contatore> ::= <numero> {'>'<numero>}
<carattere> ::= <numero> | <lettera> | <carattere_speciale>
<numero> ::= 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0
<lettera> ::= A | ... | Z | a | ... | z
<carattere_speciale> ::= \ | * | ... | + | $
    
```

È infine possibile pensare ad una trasposizione lineare di un grafo HIN. Si consideri una matrice quadrata M che presenti sulle righe gli HI di input e sulle colonne quelli di output e quindi nella corrispondente cella la transizione che ha i due HI come collegamenti, nella direzione nodo input → nodo output: per questo motivo, pur essendo quadrata, la matrice M non è simmetrica.

Nelle celle della diagonale principale vengono riportate solo le eventuali evoluzioni ricorrenza: ciò significa che gli anelli dovuti all'evoluzione complicanza non sono riportati

¹⁰ [] facoltativo; { } ripetuto da 0, 1 a n occorrenze; | alternativa; < > simbolo non terminale; < > ::= < > riscrittura; (|) una sola occorrenza in caso di più alternative tra loro; ' ' simbolo obbligatorio.

nella matrice, e quindi nelle celle della diagonale principale non sono presenti evoluzioni complicanza.

In tal modo un'evoluzione di qualsiasi tipo può essere individuata da una coppia HI input-output: infatti la coppia di HI individua la cella che contiene l'evoluzione che collega i due HI.

Si noti che M non rappresenta l'arco di ritorno della complicanza (si ricorda che in ogni caso la complicanza ha come output almeno un HI diverso da quelli d'input).

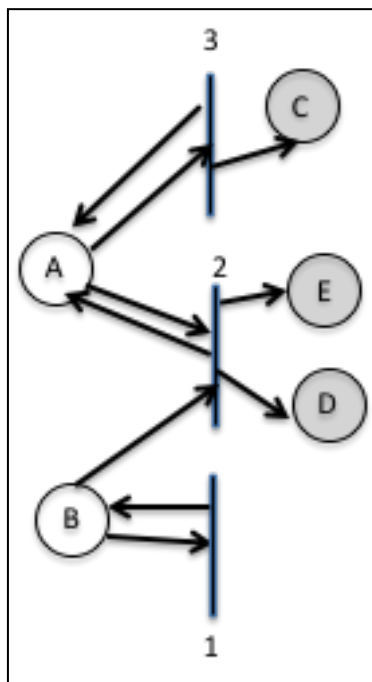
Un'evoluzione può essere individuata da più coppie se a questa evoluzione partecipano differenti HI in input e/o in output.

Alcune delle proprietà delle matrici hanno una precisa corrispondenza in HIN. Nello specifico:

- ✓ La *traccia* della matrice (ossia la somma degli elementi presenti sulla diagonale principale) corrisponde alla somma delle ricorrenze presenti nel grafo HIN in esame;
- ✓ Assumendo che gli HI in input siano tra di essi indipendenti (ossia non sono presenti evoluzioni tra di essi), il *rango* $\rho(M)$ della matrice corrisponde al numero di transizioni (evoluzioni) che hanno in input un solo HI, e corrisponde al numero di colonne che riportano una sola evoluzione.

Si consideri l'esempio di fig. 6.4.1.

Figura 6.4.1 – Esempio per la matrice di evoluzione



La matrice di evoluzione (escludendo i due archi di ritorno dell'HI di complicanza) è la seguente:

	A	B	C	D	E
A			ev3	ev2	ev2
B		ev1		ev2	ev2
C					
D					
E					

Legenda:

- ev1: *ricorrenza*;
- ev2_A (A come nodo di input): *complicanza*;
- ev2_B (B come nodo di input): *aggravamento/approfondimento in presenza di co-morbosità*;
- ev3: *complicanza*.

Si noti che nella cella della diagonale principale con input A e output A sono state escluse le due evoluzioni di complicanza: ev2 e ev3.

La traccia di M è pari a 1 (un'unica ricorrenza che riguarda il nodo B). Il rango di M in questo caso è 2: solo ev1 e ev3 hanno infatti un unico HI in input, inoltre in M le colonne che riportano una sola evoluzione sono B e C.

Se si considera la sequenza evolutiva $\langle ev1; ev2; ev3 \rangle$ essa può essere rappresentata, grazie alla matrice di evoluzione, ad es. con la sequenza $\langle B - B; A - D; A - C \rangle$; anche altre sequenze infatti la rappresentano, come ad esempio $\langle B - B; B - E; A - C \rangle$.

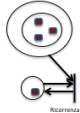
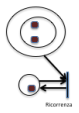


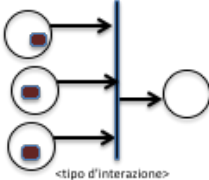
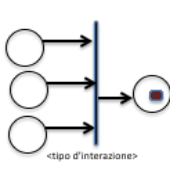
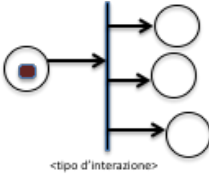
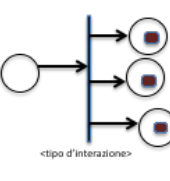


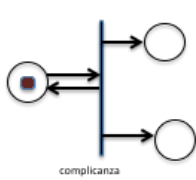
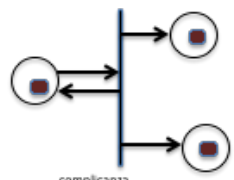
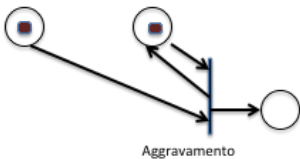
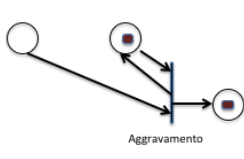

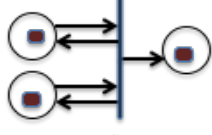
Per evidenziare tutti gli HI partecipanti (ma anche per evidenziare l'ordinamento temporale tra HI), dalla combinazione delle due predette sequenze si ottiene: $\langle B - B; (A, B) - (D, E); A - C \rangle$ ¹¹.

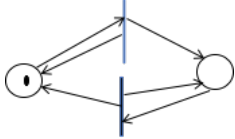
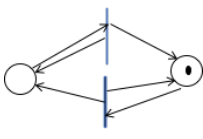
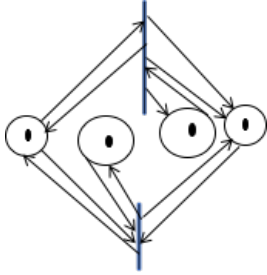
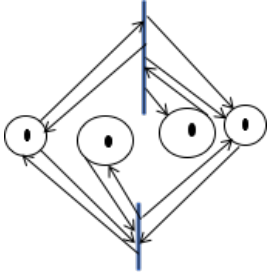
OSSERVAZIONI

- ❖ Le regole di sparo per un grafo HIN sono riportate tramite alcuni esempi in tab. 6.4.2; questi esempi sono presi da quelli della tab 5.4.1, considerando la presenza del nodo semaforo solo per la ricorrenza.

¹¹ In forma linguistica la sequenza evolutiva è: $\langle B - B; (A, B) - (A, D, E); A - (A, C) \rangle$

Tabella 6.4.2 – Alcuni esempi di applicazione delle regole di sparo per HIN

	Tipo di evoluzione	Prima dello sparo	Dopo lo sparo
1	,		
2	<i>Aggravamento/ Approfondimento/ Miglioramento</i>		
			
			
3	<i>Complicanza/ Causa</i>		
			
4	<i>Aggravamento/ Approfondimento in presenza di co- morbosità</i>		
5	<i>Complicanza in presenza di co-morbosità</i>		

6	Ciclo di tipo ricorsivo (assenza di comorbosità)		
7	Ciclo di comorbosità (feedback positivo) <i>non spara</i>		

- ❖ In HIN lo sparo di un nodo evoluzione che rappresenti aggravamento, approfondimento, miglioramento può avvenire una volta sola (il nodo presenta al massimo un token). Questo vale anche generalmente anche per la complicità; se si vuole impedire ulteriori spari relativi alla complicità si usa il nodo semaforo.
- ❖ Se lo sparo di un nodo problema ricorrente attiva un percorso evolutivo differente dalla ricorrenza (consumando così la marca del problema ricorrente), una nuova rilevazione del problema ricorrente (ripetizione) deve essere rappresentata con la ripetizione del problema ricorrente; in altre parole, se il problema ricorrente si ripresenta in un momento successivo – dopo che la ricorrenza si era “esaurita” ed era esitata in altro – allora viene rappresentato con un altro nodo problema, seppur con medesimo ID.
- ❖ Il grafo delle marcature raggiungibili è finito, essendo la rete di Petri limitata nei nodi HI e avendo i nodi semaforo solo come nodi sorgente. Inoltre per la numerosità dei problemi affrontati tale grafo è di dimensioni limitate.
- ❖ Lo sparo del ciclo inteso come feedback positivo non è possibile: l’HI di uscita ha già la marca e non può neanche fungere da HI d’ingresso. Essendo HIN una rete sicura, tale HI non può pertanto avere due marche (tab. 6.4.2 caso 7).

7. Il modello HINe

Un caso clinico reale (ossia di una persona ben definita) per risultare compatibile con il caso della generica persona deve presentare un grafo (insieme di diagnosi e relativo ordinamento temporale) che sia compatibile con una possibile esecuzione dinamica del grafo dell'evoluzione generica corrispondente (chiaramente rispettando anche le condizioni di transizione). Ciò significa che l'esecuzione di un HIN (tramite la sequenza di spari di transizioni-evoluzione) genera l'evoluzione dei problemi di un cittadino ben preciso: questa evoluzione può essere modellata e rappresentata con un grafo HINe (Health Issue Network *exemplar*) che può essere contenuto nell'HIN stesso. Chiaramente mandare in esecuzione il grafo HINe, facendo riferimento ad una successione di eventi univoca (in quanto già avvenuta), descrive nel tempo come è realmente variato lo stato di salute della persona reale.

Ne segue che:

- ❖ HINe è una rete di Petri sicura;
- ❖ HINe è una rete di Petri, i cui sotto-grafi isolati che la compongono, sono L_1 -vivi¹², considerando la marcatura iniziale composta da tutte le HI sorgenti [M 1989].

Il grafo dell'evoluzione dei problemi di un cittadino ben preciso è rappresentato con le stesse primitive di HIN; unica differenza è il nodo problema del grafo HINe, rappresentato da un quadrato, in quanto rappresenta non un problema nella sua accezione generale, bensì una sua istanza per una specifica persona. Vale pertanto la distinzione:

- *Persona generica (grafo HIN):*
 - *problema = nodo cerchio*
 - *evoluzione problema = nodo sbarra*
 - *collegamento cerchio/sbarra = arco diretto*
 - *utilizzo primitive HIN*
- *Persona specifica (grafo HINe):*
 - *istanza di problema = nodo quadrato*
 - *evoluzione istanza di problema = nodo sbarra*
 - *collegamento quadrato/sbarra = arco diretto*
 - *utilizzo primitive HIN*

Il grafo HINe pertanto rappresenta:

- la descrizione del singolo problema,
- lo stato del singolo problema,
- le informazioni cliniche caratterizzanti il singolo problema,
- il tipo di contatto clinico legato al singolo problema,
- il collegamento e relative tipologie tra i vari problemi clinici.

¹² Una PN marcata è L_1 -viva quando ogni transizione è abilitata da una marcatura raggiungibile (almeno una volta) dalla marcatura iniziale.

Il collegamento tra problemi clinici indica un ordinamento parziale, ossia un'evoluzione temporale, tra essi. Analogamente, un ordinamento parziale, ossia temporale, si stabilisce tra problemi clinici e relativi contatti, permettendo di ricostruire quale episodio di cura è stato la risposta ad un problema clinico iniziale.

Grazie al modello HINe, è possibile conoscere le condizioni di salute in un ben preciso istante per una determinata persona attraverso la segnalazione dei problemi presenti in quel momento e anche conoscere, per ogni singolo problema (diagnosi, ipotesi diagnostica, sintomo, etc.), come si è giunti ad esso.

Per catturare questa associazione si inseriscono nella scheda associata al nodo del grafo HINe dei problemi di salute:

- uno o più contatti,
- informazioni presenti in una cartella clinica,
- documentazione clinica.

Questa associazione dipende dal contenuto della cartella clinica.

La situazione migliore è il legame problema/diagnosi <--> contatto; quest'ultimo va infatti considerato unitamente ai suoi propri dati (descritti secondo il relativo data element), le informazioni cliniche etc., ed anche con i documenti clinici generati durante l'attività, come si propone con il FSE di II generazione [Ral 2014].

Il grafo HINe dei problemi di salute del singolo paziente si lega quindi al grafo dell'episodio di cura, o meglio: il nodo dell'istanza del problema di salute si collega ad uno o più nodi del grafo dell'episodio di cura (che indica il percorso di cura effettivamente seguito, e dove ogni nodo rappresenta un contatto); entrambi i grafi sono orientati, e l'orientamento esprime anche un ordinamento parziale temporale.

In HINe cambiano anche le schede associate ai due tipi di nodo (problema ed evoluzione) per evidenziare le informazioni strettamente necessarie.

La composizione della scheda associata al nodo problema è riportata in tab. 7.1.

Tabella 7.1 – Elementi componenti la scheda associata al nodo problema (HINe)

Item	Descrizione	Tipo di valore	Obbligatoria	
			SI	NO
ID	Codice identificativo Individua univocamente il nodo problema	Sigla a scelta	X	
RIF	Riferimento , composto da: <ul style="list-style-type: none"> • Codice identificativo (ID) del problema analogo apparso la prima volta • Numero progressivo che indica a quale istanza di ripetizione si riferisce (es.: nel caso di problema ricorrente, il codice problema apparso per la prima volta) 	Vedi ID e numero intero	X*	

<i>Nome clinico</i>	Nome del problema	Testo libero	X	
<i>Sistema di codifica</i>	Sistema di codifica <ul style="list-style-type: none"> • a scelta del compilatore • può essere usato più di un sistema (N.B.: <i>unica scelta per tutte le schede: problema ed evoluzione</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • ICPC (International Classification of Primary Care) • SNOMED (Systematized Nomenclature Of MEDicine) • ICD (International Classification of Diseases) 	X	
<i>Codice Problema</i>	Codice del problema (con relative descrizioni associate)	In accordo con il sistema di codifica scelto	X	
<i>Classe Problema</i>	Classe del problema con relativa codifica	In accordo con il sistema di codifica scelto	X	
<i>Tipo Problema</i>	Tipologia di health issue	Lista di possibili valori: <ul style="list-style-type: none"> • diagnosi • ipotesi diagnostica • sintomo • segno • reperto • condizione di rischio • problema iatrogeno • fattore di rischio • classe di problemi • evento fisiopatologico • processo fondamentale • disturbo • problema sociale • etc. 		X
<i>Gravità</i>	Gravità del problema	Lista di possibili valori: <ul style="list-style-type: none"> • lieve • media • grave 		X
<i>Data di rilevazione</i>	Data di rilevazione del problema. Per motivi di privacy è una data fittizia necessaria per l'ordinamento temporale, di solito non è una data in tempo assoluto bensì relativo	Data		X
<i>Descrizione</i>	Presentazione del problema	Testo libero		X
<i>Sintomatologia</i>	I possibili sintomi associati al problema	Lista dei codici e relative descrizioni, in accordo con il sistema di codifica scelto		X

<i>Stato ultimo</i>	Stato ultimo dell'health issue	Lista di attributi: <ul style="list-style-type: none"> • attivo • concluso • modificato • scomparso 		X
<i>Durata del problema clinico</i>	La distanza temporale tra la data di rilevazione e la data di cambiamento dell'ultimo stato	Numero intero	X	
<i>Unità di misura della durata</i>	Unita di misura della distanza temporale tra la data di rilevazione e la data di cambiamento dell'ultimo stato	Lista di attributi: <ul style="list-style-type: none"> • giorni • mesi • anni 	X	
<i>Informazioni cliniche</i>	Informazioni caratterizzanti il problema durante l'episodio di cura, nel periodo in cui il piano di cura non si modifica e le terapie effettuate se non sono modificate durante i contatti	Lista di brevi descrizioni	X	
<i>Documento clinico</i>	Documentazione clinica che permette di caratterizzare il problema di salute (in particolare i documenti indicanti le terapie), attributo ripetuto	Lista di brevi descrizioni		X
<i>Attività cliniche associate</i>	Attività cliniche e/o contatti clinici che costituiscono il piano di cura, nell'ipotesi che questo non si modifichi	Lista di brevi descrizioni relative alle eventuali attività che si possono effettuare nel piano di cura associato all'health issue		X
<i>Note</i>	Ulteriori informazioni per una migliore descrizione dell'health issue	Testo libero		X
<i>Ricorrenza</i>	Ricorrenza per indicare se ricorrente, ma non si conosce il numero delle ricorrenze (<u>solo per l'health issue ricorrente</u>)	<ul style="list-style-type: none"> • T = true/vero • F = false/falso 	X**	
<i>n</i>	Numero ricorrenza (<u>solo per health issue ricorrente</u>)	Numero intero	X**	
<i>HI oscillante (ciclo)</i>	Oscillante per indicare se HI oscilla ripetutamente tra vari HI con diversi livelli di gravità	<ul style="list-style-type: none"> • T = true/vero • F = false/falso 		X***
<i>Origine</i>	Le cause all'origine dello stato iatrogeno (<u>solo per health issue iatrogeno</u>)	Testo libero	X	

<i>Presentazione</i>	Presentazione del caso (solo per l'health issue iniziale)	Testo libero	X	
----------------------	--	--------------	---	--

- * obbligatorio solo se ricorrente e dalla seconda volta in poi oppure per aggravamento con stesso codice problema (peggioramento)
- ** obbligatorio in caso di ricorrenza ≥ 2 : in questo caso almeno uno dei due va compilato
- *** obbligatorio in caso di oscillazione

Per la presentazione del caso, ossia per la descrizione dello stato di salute del cittadino al momento della rilevazione del medico del HI iniziale si può pensare di utilizzare il Patient Summary (PS) del FSE [FSE 2014].

Lo stato corrente di un problema di salute di un cittadino si indica con il generico attributo “attivo” ad un dato istante t_i ; lo “stato ultimo” può invece assumere uno dei seguenti valori:

- ❖ *attivo*, il problema non è risolto e quindi il percorso di cura che affronta questo problema è ancora in corso.
- ❖ *concluso*, il problema è risolto con la guarigione o esito permanente di disabilità; può includere anche il caso in cui il paziente è deceduto.
- ❖ *modificato*, caso di problema non risolto, per cui il problema si è evoluto in un altro problema per miglioramento/aggravamento/approfondimento.
- ❖ *scomparso*, ossia non si conosce lo stato del problema, generalmente in quanto non si hanno più notizie sul paziente (drop-out).

Occorre osservare che lo stato di un problema di salute che viene riportato nelle schede (cfr. es. Tab. 6.1) è sempre e solo uno stato finale; quando infatti si estrae un caso da EHR a scopo didattico¹³, il caso è “vecchio” – o meglio definitivo, o statico, nel senso che non può più variare – quindi l’eventuale evoluzione dello stato dei singoli health issue che costituiscono il caso reale non interessa la trattazione.

La composizione della scheda associata al nodo evoluzione è rappresentata in tab. 7.2.

Tabella 7.2 – Elementi componenti la scheda associata al nodo evoluzione (HINe)

<i>Item</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Tipo di valore</i>	<i>Obbligatoria</i>	
			<i>SI</i>	<i>NO</i>
<i>ID</i>	Codice identificativo individua univocamente il nodo problema di input	Sigla a scelta	X	
<i>Tipo di Evoluzione</i>	L’evoluzione che si vuole rappresentare con l’arco	<ul style="list-style-type: none"> • Aggravamento • Complicanza • Approfondimento • Miglioramento • Ricorrenza 	X	

¹³ Cfr. Cap. 11.

Item	Descrizione	Tipo di valore	Obbligatoria	
			SI	NO
		• Causa		
Problemi di salute in input	Nome clinico problema che partecipa all'evoluzione in ingresso	Lista dei codici di problemi e relative descrizioni, in accordo con il sistema di codifica scelto nella scheda problema	X	
Problemi di salute in input	Nome clinico problema che partecipa all'evoluzione come output	Lista dei codici di problemi e relative descrizioni, in accordo con il sistema di codifica scelto nella scheda problema	X	
Presenza di comorbosità	Nome clinico problema che partecipa all'evoluzione	Null = mancanza di comorbosità OVVERO Lista dei codici di problemi e relative descrizioni, in accordo con il sistema di codifica scelto nella scheda problema		X
Descrizione	Presentazione dell'evoluzione	Testo libero		X
Sintomatologia	I possibili sintomi associati al problema	Lista dei codici e relative descrizioni, in accordo con il sistema di codifica scelto		X
Condizioni cliniche	Condizioni cliniche che hanno favorito l'evoluzione ed eventuale terapia che ha comportato un nuovo problema di salute	Testo libero		X
Contatto (Attività cliniche associate all'evoluzione)	Il contatto clinico [ovvero Attività cliniche , lista delle eventuali attività che si sono effettuate] per riconoscere l'evoluzione	Lista di brevi descrizioni (con i relativi tempi fittizi)		X

<i>Item</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Tipo di valore</i>	<i>Obbligatoria</i>	
			<i>SI</i>	<i>NO</i>
<i>Note</i>	Ulteriori informazioni per una migliore descrizione dell'evoluzione	Testo libero		X
<i>Ripetizione</i>	Indica quante volte la complicanza si è ripetuta (solo per complicazione di tipo complicanza)	Numero intero positivo		X*
<i>HI oscillante (ciclo)</i>	Oscillante per indicare se HI oscilla ripetutamente tra vari HI con diversi livelli di gravità	<ul style="list-style-type: none"> • T = true/vero • F = false/falso 		X**
<i>Partecipanti</i>	I codici degli HI oscillanti che meglio dettagliano HI caratterizzante il nodo	<ul style="list-style-type: none"> • ICPC (International Classification of Primary Care) • SNOMED (Systematized Nomenclature Of MEDicine) • ICD (International Classification of Diseases) 		X**
<i>Nome clinico degli oscillanti</i>	Nome dei problemi oscillanti	Testo libero		X**

* obbligatorio solo se la complicanza è ricorrente e dalla seconda volta in poi, escludendo tale ripetizione se la ricorrenza è grande a piacere

** obbligatorio in caso di oscillazione

Nella rappresentazione di un HINe (quindi dell'esecuzione di una HIN) vi sono delle regole:

- ✓ Il grafo HINe di una persona ben precisa corrisponde ad un sotto-grafo (al limite, all'intero grafo) di un HIN di persona generica – o a una sua specializzazione, quando nel grafo persona generica uno o più problemi sono indicati come “classe di problemi”. Ne segue che per ogni evoluzione di un problema di salute iniziale esiste un solo percorso evolutivo: infatti il percorso evolutivo da un health issue iniziale è il cammino di HINe, nato dall'esecuzione del corrispondente HIN. Il sotto-grafo che contiene il cammino è pertanto un grafo PN L_1 -vivo [M1989].
- ✓ Nel grafo HINe non ci sono semafori, in quanto si tratta di un caso reale concluso; nel caso reale registrato in un EHR il conflitto strutturale è ovviamente risolto (la

scelta tra i diversi percorsi evolutivi possibili in HIN è stata effettuata) e quindi viene meno il suo ruolo.

- ✓ Come conseguenza del punto precedente, in HINe vi è la mancanza di archi uscenti dal medesimo nodo problema che vanno a finire a due (o più) nodi evoluzioni differenti di tipo aggravamento, miglioramento, approfondimento.
- ✓ Se si ha un HIN che rappresenta una generica evoluzione (con differenti percorsi evolutivi), ogni possibile cammino è una possibile evoluzione del problema iniziale per una persona.
- ✓ Un sintomo può essere un nodo problema, se si vuole evidenziare l'origine del percorso costituito dagli HI che hanno meglio definito (ovvero fatto evolvere) il problema iniziale; esiste una soluzione alternativa, ossia partire direttamente dalla diagnosi / ipotesi diagnostica definita nel contatto causato dal sintomo – che quindi viene riportato nell'attributo sintomo d'ingresso.
- ✓ Nel caso di problema ricorrente, che modifica o avvia un piano di cura, in HINe esiste un nodo problema apposito per ogni istanza del problema ricorrente, per cui si rappresentano più nodi quadrati di istanza di problema; il nodo problema corrispondente ha come valore del suo attributo riferimento (RIF) il codice identificativo ID del primo analogo problema, assieme al numero progressivo che indica a quale istanza di ripetizione si riferisce.
- ✓ Anche nel caso di health issue ove si cambia il piano di cura in quanto non si ha miglioramento (o addirittura vi è un aggravamento del paziente) si ricorre alla rappresentazione con un nodo problema apposito per ogni istanza del problema (che ha portato alla modifica del piano): si rappresentano quindi più nodi quadrati di istanza di problema. La situazione si descrive con una duplicazione del problema che ha nella sua scheda come valore RIF il codice ID dell'analogo problema precedente, ma non si cambia l'ordine di ricorrenza nell'attributo analogo (non ci sono infatti ricorrenze).
- ✓ Nel caso di problema ricorrente che non cambia il piano di cura (non era concluso e si era in fase di follow-up); il numero di volte in cui il problema si è presentato è riportato nell'attributo numero di ricorrenze.
- ✓ Nel caso di un problema che era risolto e che in seguito si è ripresentato, questo viene rappresentato da due HI identici in momenti successivi, anche se la situazione non comporta modifiche al piano di cura; in questo caso nella scheda del secondo problema il valore RIF è uguale all'ID del problema precedente.
- ✓ Nella medicina di base un problema rimane con lo stato *attivo* anche se in realtà si è concluso: può capitare infatti che l'assistito non lo abbia mai comunicato (drop-out); si può prevedere per certi problemi una procedura automatica di conclusione.

OSSERVAZIONI

- ❖ Anche in HINe il ciclo si può rappresentare in due modi alternativi: in maniera sintetica oppure in maniera estesa (ripetendo HI ed evoluzioni).

- ❖ Particolare attenzione va rivolta al decesso del paziente: si tratta infatti di una situazione presente solo nel caso di evoluzioni reali, per cui è opportuno evidenziarla.

La situazione si rappresenta con una transizione apposita (*decesso*) avente in input i problemi attivi e sospesi al momento del decesso e in uscita un unico problema (*decesso*), evidenziato con un quadrato nero; la transizione decesso non ha alcuna scheda associata, mentre il problema decesso è descritto con il certificato di morte.

- ❖ Particolare attenzione va rivolta alla guarigione del paziente rispetto ad un problema iniziale: si tratta infatti di una situazione presente solo nel caso di evoluzioni reali, per cui è opportuno evidenziarla. La situazione si rappresenta con una transizione apposita (*guarigione*) avente in input il problema clinico guarito attivo e in uscita un unico problema (*guarigione*), evidenziato con un quadrato bianco (ossia vuoto); la transizione guarigione e il problema guarigione non hanno alcuna scheda associata.

8. Il modello f-HIN

Per individuare i casi grezzi il medico docente deve definire la HIN che corrisponde al suo obiettivo formativo. A tal fine il medico docente usa una versione di HIN non direttamente legata al formalismo delle PN: f-HIN (*friendly* Health Issue Network), la cui rappresentazione grafica non è un grafo, ma un diagramma.

Il modello f-HIN ha lo scopo di facilitare il disegno dell'obiettivo formativo, ossia dell'evoluzione di un significativo problema clinico relativo ad una persona generica, da parte di un medico.

8.1 Il modello base

In un diagramma f-HIN si hanno:

- ✚ I problemi di salute (ossia i nodi posto di HIN) sono rappresentati da nodi(cerchi), che sono etichettati.
- ✚ Le evoluzioni (ossia i nodi transizione di HIN) sono rappresentate da linee dirette (orientate, ossia frecce) che uniscono i nodi problema, ed etichettate con il tipo di evoluzione, con una rappresentazione grafica che tiene conto del tipo di evoluzione del problema clinico.

Le linee sono graficamente di due tipi:






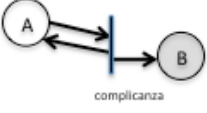

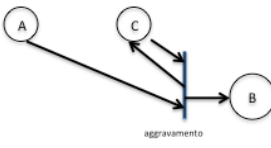
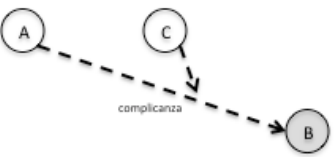
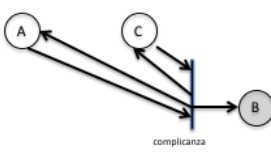
- ✚ intera, se il tipo di evoluzione non cambia la natura del problema (aggravamento, miglioramento, approfondimento, ricorrenza);
- ✚ tratteggiata, se il tipo di interazione cambia il tipo di problema (complicanza) o è relativo alla co-morbosità.

La linea tratteggiata può concludersi in diversi modi (destinazione):

- ✚ nel caso rappresenti l'interazione complicanza, può sia arrivare ad un nodo problema (es. del diabete che si complica in nefropatia);
- ✚ nel caso rappresenti una co-morbosità o un fattore di rischio, arriva alla linea che rappresenta l'interazione che influenza (aggravamento/approfondimento, oppure complicanza).

In tab. 8.1.1 sono riportate le primitive di rappresentazione di f-HIN, descritte relativamente al tipo di evoluzione, con riferimento alle analoghe transizioni introdotte nel modello HIN.

Tabella 8.1.1 – Le primitive di rappresentazione grafica di f-HIN

	Tipo di evoluzione	f-HIN	HIN
1	Ricorrenza	 Ricorrenza	 <Ricorrenza>
2	Aggravamento/ Approfondimento/ Miglioramento	 <tipo di interazione>	 <tipo di interazione>
3	Complicanza / Causa	 complicanza	 complicanza
4	Aggravamento in presenza di co-morbosità ¹⁴	 aggravamento	 aggravamento
5	Complicanza in presenza di co-morbosità ¹⁵	 complicanza	 complicanza

In f-HIN ad ogni linea si riferiscono almeno:

- il tipo di evoluzione (approfondimento, complicanza, aggravamento, etc.),
- le condizioni di transizione del problema clinico (es. il valore dei parametri clinici),
- eventuali vincoli temporali.

Le caratteristiche di f-HIN sono le seguenti:

- ✓ f-HIN ha nodi isolati,
- ✓ f-HIN minimo è composto da un solo nodo,
- ✓ f-HIN è un diagramma con archi orientati,
- ✓ f-HIN può essere non connesso, ossia formato da vari parti di diagramma connessi (uno per ogni evoluzione di problema di salute) e nodi isolati;
- ✓ ogni nodo di un diagramma f-HIN ha al massimo un token.

¹⁴ Aggravamento/Approfondimento in presenza di fattore di rischio o contesto di sviluppo di un altro problema.

¹⁵ Complicanza in presenza di fattore di rischio o contesto di sviluppo di un altro problema.

La composizione della scheda associata al nodo HI corrisponde alla scheda associata al nodo problema di HIN (tab. 6.1.1).

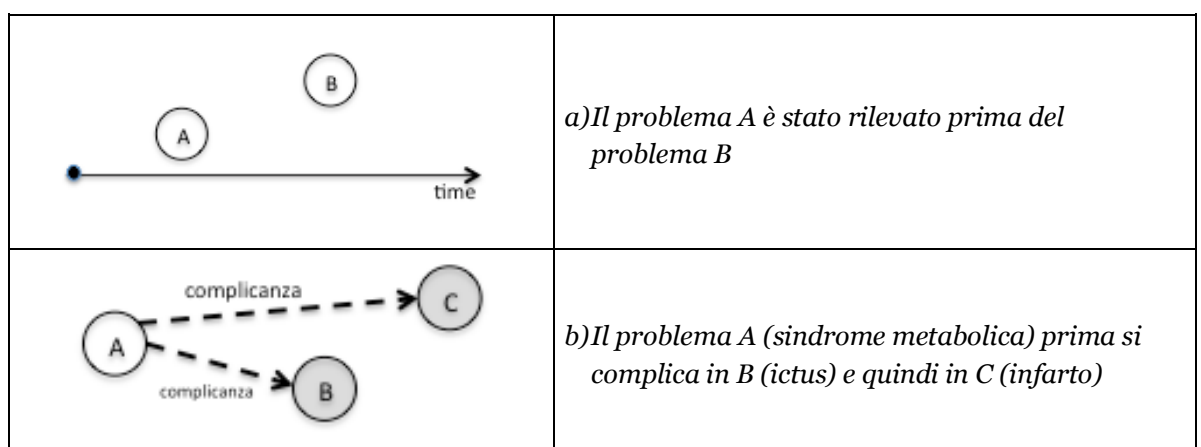
La composizione della scheda associata alla linea corrisponde alla scheda associata al nodo evoluzione di HIN (tab. 6.2.2).

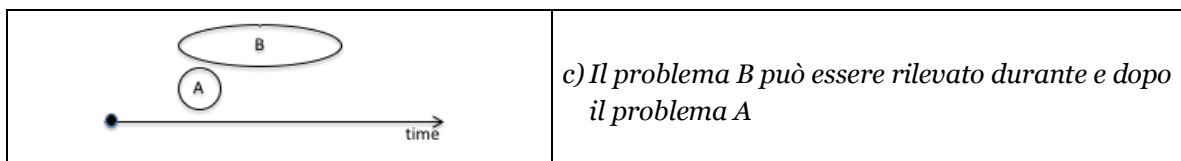
8.2 Il modello esteso

Per facilitare il disegno di un diagramma f-HIN e per evidenziare alcuni aspetti di esso, il modello base è esteso introducendo ulteriori primitive.

- ✚ Il tempo gioca un ruolo importante nell'evoluzione. In f-HIN i problemi sono ordinati parzialmente; pertanto per i problemi non collegati da percorsi non è chiara la collocazione temporale. Si introduce quindi un'ascissa *implicita del tempo* che ordina temporalmente tutti gli HI: il problema a destra di un altro indica che avviene dopo (vedi fig. 8.2.1a). In caso di mancanza di elementi sicuri che permettano di definire un ordine temporale tra gli HI, è possibile usare in f-HIN degli accorgimenti grafici specifici (vedi fig. 8.2.1c). Per convenzione (legata al poco probabile sorgere contemporaneo di una situazione), una modalità per modellare l'ordine temporale indifferente, è porre i nodi tutti posti sulla stessa linea verticale. In fig. 8.2.1b viene riportato l'esempio di una persona con sindrome metabolica (sovrappeso, ipertensione, ipercolesterolemia, nodo A), nella quale insorgono in sequenza temporale un ictus (nodo B) e poi un infarto (nodo C); in HIN tale dinamica può essere espressa con le temporal-guard condition nell'evoluzione complessiva $A \rightarrow C$ [temporal-guard condition: $C.data(1) > B.data(1)$]. In f-HIN viene usata l'ascissa temporale implicita. Si noti come le dimensioni di un problema rispetto ad un altro indichino la possibile posizione temporale tra loro.

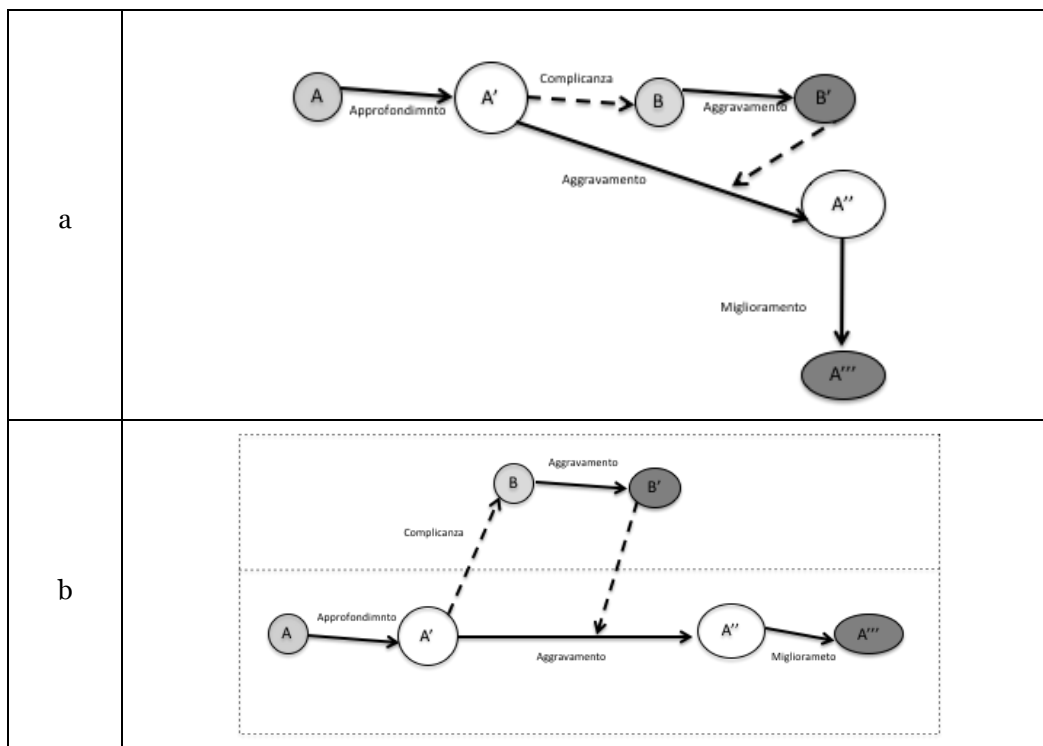
Figura 8.2.1 – Il tempo in f-HIN

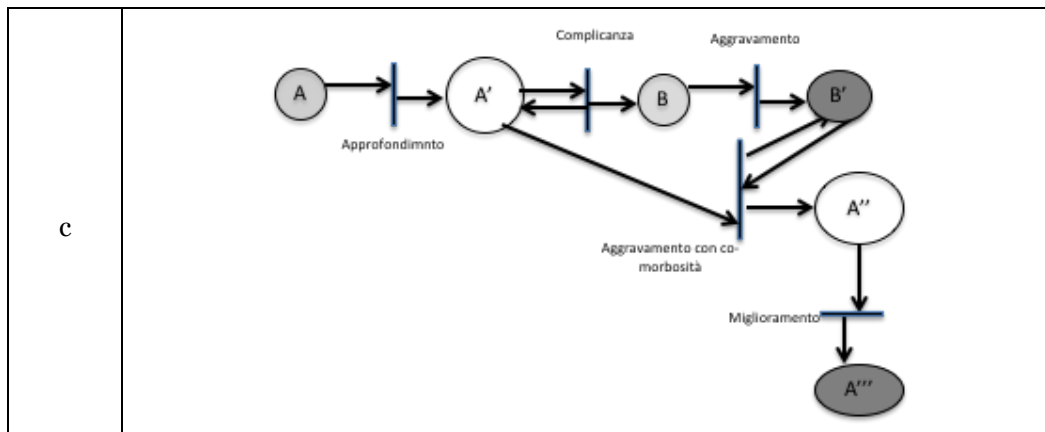




Un ulteriore sistema per migliorare la leggibilità di un f-HIN è quello di usare le corsie (swimlanes). La corsia è rappresentata per mezzo di un grosso rettangolo punteggiato e serve per mantenere graficamente più compatto il percorso evolutivo di un determinato problema, fintantoché la sua natura non cambia (aggravamento, miglioramento, approfondimento, ricorrenza). La corsia serve pertanto per evidenziare il percorso evolutivo di un problema focalizzando l'attenzione su un ben definito apparato anatomico. La corsia è la raccolta ordinata temporalmente dei problemi clinici di un paziente relativi a una ben preciso apparato anatomico (body system), in accordo con i 17 capitoli dell'IPCP2 sviluppati per la continuità delle cure [W 1998]. Questa modalità di presentazione all'utente della storia dello stato di salute del cittadino è anche utilizzata dal sistema di gestione della cartella clinica del MMG secondo l'approccio ICPC2, con l'aggiunta di un link tra le righe (equivalenti alle corsie qui presentate). La fig. 8.2.2 mostra: a) il diagramma f-HIN in forma generica; b) il diagramma f-HIN con l'uso delle swimlanes; c) il grafo HIN equivalente.

Figura 8.2.2 – Il diagramma f-HIN rappresentato con le corsie e i suoi equivalenti





Nella storia clinica di una persona possono essere presenti dei problemi psicologici/psichiatrici. Tali HI, sempre a scelta del medico docente, possono essere riportati in un diagramma f-HIN e addirittura possono dare origine ad un'apposita corsia. Tra questi HI e gli altri vi possono essere dei legami evolutivi; generalmente si tratta di complicanze in quanto il collegamento si basa, il più delle volte, sulla reazione di un farmaco: ciò può essere rappresentato appositamente con HI iatrogeno, dovuto a reazione al farmaco, ovvero semplicemente riportando nelle informazioni cliniche della scheda dell'evoluzione la causa di questo collegamento. Un'altra modalità è legata alla presenza di due evoluzioni, di cui una psicologica/psichiatrica, che vanno in parallelo senza collegamenti; esse sono riportate perché il medico, nello svolgimento dei suoi compiti, deve tener conto di questa concomitanza.

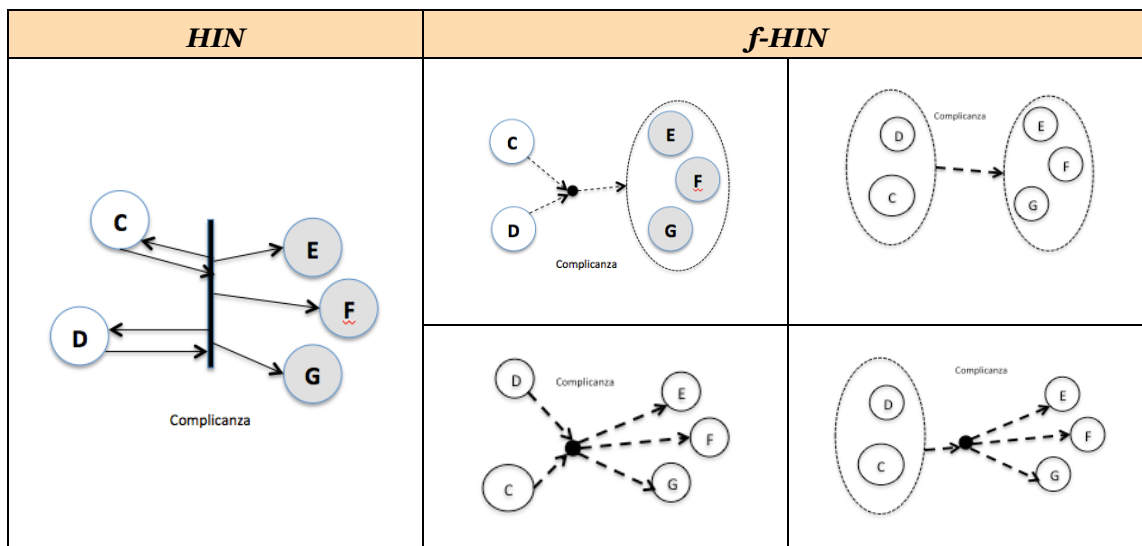
- ✚ Per migliorare la leggibilità di un f-HIN relativamente all'associazione non causale di due o più problemi, che riconoscono una causa o condizione superordinata comune, si introduce *l'aggregazione* di health issue, rappresentandola con un'ellisse punteggiata che racchiude i problemi associati fra loro; gli HI costituenti possono essere in condizione di input (come co-morbidità/associazione non causale/fattore confondente), in evoluzione di aggravamento/approfondimento/complicanza, o di output. In entrambi i casi, tra gli HI presenti nella medesima aggregazione sussistono relazioni di AND sia per l'input che per l'output. All'aggregazione può essere dato un nome, specialmente nel caso di HI di tipo segno/sintomo, ove si costituisce quello che si può definire un "complesso sindromico".

Un'aggregazione di segni/sintomi è tipica del modello di ragionamento diagnostico logico e non dell'evoluzione nel tempo. Questa ben rappresenta (generalmente) solo l'evoluzione di approfondimento: dato un complesso sindromico iniziale, un successivo approfondimento si rende necessario per meglio inquadrare il percorso evolutivo dello stato di salute del soggetto. Meno funzionale è invece l'aggregazione nel caso di un peggioramento/miglioramento, in quanto è più difficile stabilire con precisione quale/i degli n HI aggregati

sia/siano soggetto/i ad evoluzione; il peggioramento/miglioramento, se vuole essere modellato, avviene quindi in maniera funzionale solo a livello di singolo HI. L'aggregazione va perciò vista come un HI derivato, creato aggregando deliberatamente più HIs e spaccettabile in qualsiasi momento.

- + Una modalità alternativa per modellare più HI in comune rispetto ad un'evoluzione, è quella di ricorrere all'utilizzo di un *punto di diramazione statica* o semplicemente *punto di diramazione* (in inglese *static branch point*), ossia un piccolo nodo nero nel quale convergono più HI in input, o da cui partono più HI in output, o entrambe le situazioni. Quindi tutti i tipi di evoluzione (eccetto la ricorrenza) possono etichettare lo static branch point; ad esempio più sintomi possono dare origine ad un approfondimento che porta ad una diagnosi/ipotesi diagnostica, senza dover necessariamente invocare il concetto di "complesso sindromico". Lo static branch point funge da denotatore di evoluzione e quindi ad esso si associa la scheda relativa all'evoluzione (tab. 6.2.2). Un esempio è il caso d'insufficienza cardiaca che genera (in termini di complicanza) sia il versamento pleurico che quello peritoneale. La fig. 8.2.3 mostra a sinistra un esempio di associazione non casuale in HIN, e a destra le possibili alternative di rappresentazione in f-HIN (in questi casi, l'evoluzione rappresentata è sempre la complicanza).

Figura 8.2.3 – Esempio di associazione non casuale



- + La situazione del problema clinico che si complica in due HI, può essere modellata in due differenti modi equivalenti:
 - un'unica evoluzione complicanza con in uscita i due problemi generati, utilizzando l'aggregazione (ellisse punteggiata) o lo static branch point;

- due evoluzioni complicanza aventi lo stesso problema in ingresso, e ognuna con un'unica uscita costituita da ciascun problema generato.

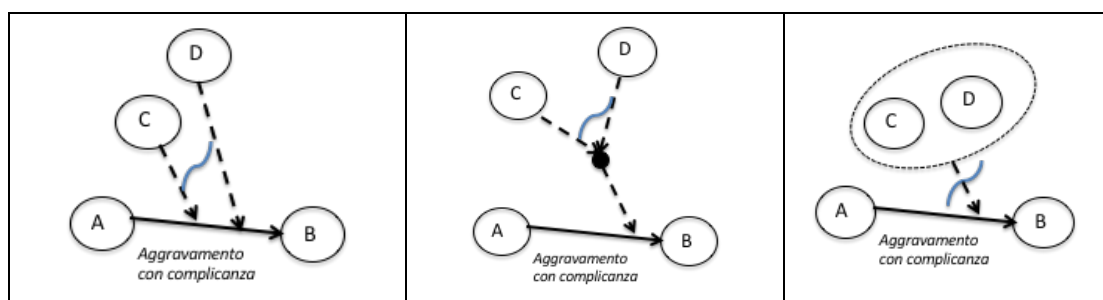
La scelta del tipo di modello è a discrezione del medico docente che sceglie in funzione di come ritiene che avvenga questa “doppia” complicanza.

- ✚ Vi possono essere situazioni (specialmente nel caso di presenza di co-morbosità) in cui l'evoluzione avviene, anche se non vi è la disponibilità (presenza) di tutti gli HI nodi d'ingresso: esistono quindi delle relazioni, descritte con espressioni logiche, tra nodi HI che svolgono il ruolo di complicanza. Analoga situazione si può presentare relativamente ai nodi di uscita per l'evoluzione complicanza (con o senza co-morbosità). Per migliorare la leggibilità di un f-HIN (caso generico) si può usare un particolare simbolo la *linea di alternativa* (in inglese *alternative line*) che unisce le linee che riguardano i nodi interessati a queste situazioni di esclusività. La relazione logica viene segnalata in una nota associata all'alternative line, non riportata in questo report per semplificare i diagrammi

- ✚ .
Chiaramente la combinazione in termini di espressione logica dei fattori di co-morbosità è riportata nella clinical-guard condition dell'evoluzione.
È ovviamente possibile combinare i simboli grafici, usando static branch point insieme a alternative line riportata sulle uscite dal punto di unione statica in modo da unire le linee dei due fattori di co-morbosità in OR fra di loro. Inoltre ponendo l'alternative line sull'uscita dall'aggregazione (ellisse punteggiata) si modella la stessa situazione. Chiaramente l'operatore logico di OR è riportato nella clinical-guard condition dell'evoluzione.

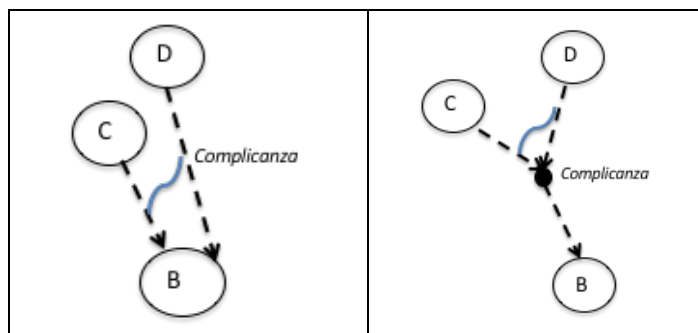
- Nell'evoluzione di un problema possono essere presenti più fattori di co-morbosità che possono dare origine all'aggravamento (o approfondimento) con complicazione rispettando una relazione descritta da un'espressioni logica, tra tali fattori. Questa situazione a livello di f-HIN si rappresenta mediante un'alternative line che unisce le linee di complicanza in OR tra loro (fig. 8.2.4).

Figura 8.2.4 – La modellizzazione di aggravamento con co-morbosità in OR in un diagramma f-HIN



- Un problema può essere originato tramite complicità da differenti HI, sia insieme che separatamente. Questa situazione a livello di f-HIN si rappresenta mediante un'alternative line che unisce le linee di complicità in OR tra loro. È ovviamente possibile combinare i simboli grafici, usando uno static branch point in cui convergono i due fattori di co-morbosità in OR fra di loro (attraverso l'alternative line). L'espressione logica costituita dall'operatore logico XOR è riportata nella clinical-guard condition, ed è rappresentata in HIN con un nodo semaforo (fig. 8.2.5).

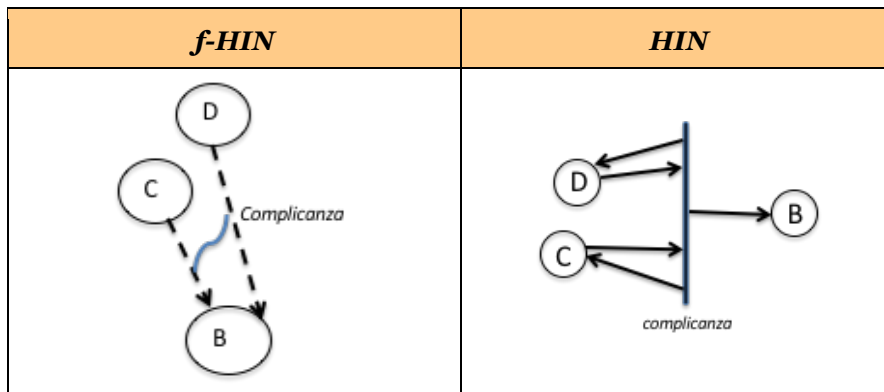
Figura 8.2.5 – La modellizzazione di complicità in presenza in OR in ingresso in un diagramma f-HIN



- Nel grafo HIN¹⁶ la transizione con più HI in ingresso significa che tali HI sono in AND tra loro; la presenza invece di varie transizioni, una per ogni HI d'ingresso, significa che tali HI sono tra loro in OR. In ogni caso le espressioni logiche differenti sono riportate nella clinical-guard condition. Pertanto il diagramma f-HIN che presenta complicità con un HI in uscita e varie HI d'input in relazione rappresentata con un'espressione logica (rappresentati con l'alternative line), equivale a un grafo HIN con un'unica transizione; questo vale anche se invece si tratta di aggravamento (o approfondimento) con complicità, ossia il diagramma f-HIN equivale ad un grafo HIN con una sola transizione. In fig. 8.2.6 è riportata l'equivalenza tra diagramma f-HIN e grafo HIN per il caso della complicità, mostrata in fig. 8.2.5. L'espressione logica viene presa in considerazione al momento di definizione della query. Differente è l'equivalenza in presenza di operatore logico XOR, in quanto nel grafo HIN è prevista la presenza di un nodo semaforo (fig. 6.2.6), e l'espressione logica è riportata nella clinical-guard condition. Analogo è il caso della presenza di espressioni logiche tra le HI di uscita.

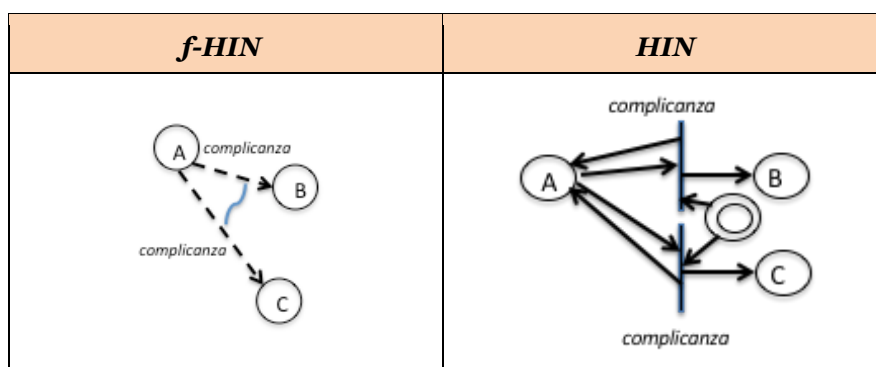
¹⁶ Cfr. Cap. 6.2.

Figura 8.2.6 – La modellizzazione di complicità in presenza di OR in un diagramma f-HIN e in un grafo HIN



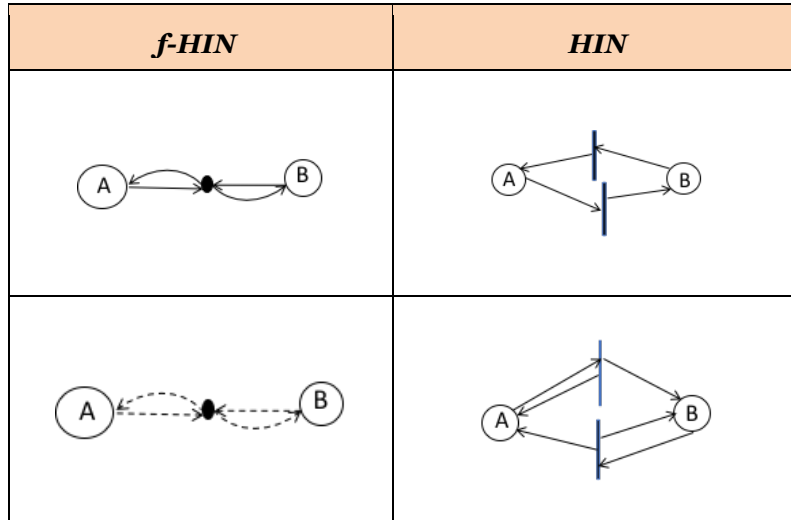
- Nel caso opposto di complicità che può dare origine a situazioni mutuamente esclusive tra loro (in una relazione descritta con l'operatore logico XOR) l'alternative line unisce le linee di complicità mutuamente esclusive (fig. 8.2.7). L'espressione logica costituita dall'operatore logico XOR è riportata nella clinical-guard condition, ed è rappresentata in HIN con un nodo semaforo (fig. 6.2.6).

Figura 8.2.7 – La modellizzazione di complicità basata su XOR in uscita, in un diagramma f-HIN (sx) e in grafo HIN (dx)



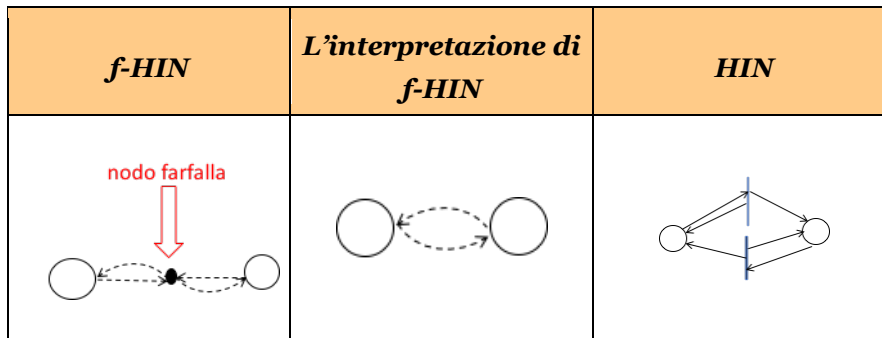
- ✚ Il ciclo viene rappresentato con la farfalla (butterfly). Anche se a livello di HIN esso corrisponde a più transizioni (evoluzioni), una per ogni verso di percorrenza del ciclo, in f-HIN esso è rappresentato con unica struttura complessa, la farfalla, proprio per evidenziare lo stretto legame tra i problemi di salute coinvolti nel ciclo (fig. 8.3.8).

Figura 8.2.8 – La modellizzazione del ciclo in *f-HIN* e la corrispondente rappresentazione in *HIN*



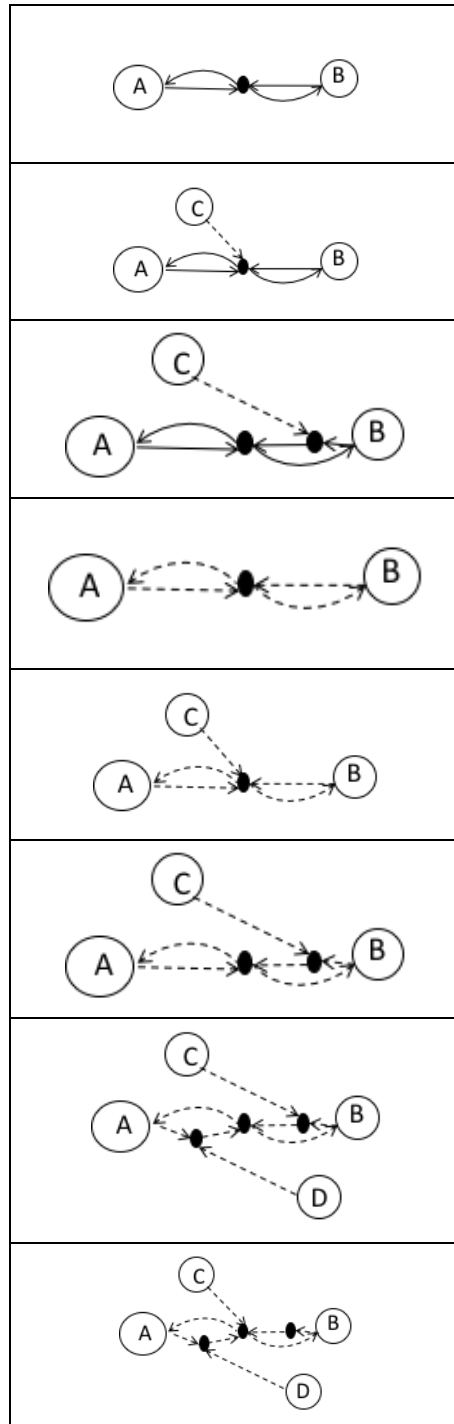
- La farfalla presenta un nodo di tipo static branch point (nodo farfalla) che fonde i due versi di percorrenza del ciclo (fig. 8.2.9). In tale figura si mostra sia come si rappresenta il ciclo con *f-HIN* e con *HIN*, che anche come la rappresentazione in *f-HIN* vada interpretata.

Figura 8.2.9 – I due versi di percorrenza del ciclo



- Varie sono le situazioni presenti nel ciclo, in quanto possono essere presenti HI che, come fattori di co-morbosità, facilitano il ciclo stesso; tali fattori possono operare sia in un solo verso che in tutti e due i versi di percorrenza del ciclo. In fig. 8.2.10 sono riportati alcuni esempi di ciclo rappresentati con *f-HIN*.

Figura 8.2.10 – Alcuni esempi di rappresentazione del ciclo con f-HIN



8.3 Le regole di sparo

Il diagramma f-HIN permette la presenza di token nei nodi e la loro movimentazione. Dato che HIN è una rete sicura, ogni nodo di un f-HIN ha al massimo un token.

Il modello f-HIN è equivalente al modello HIN: le sue regole di sparo sono analoghe a quelle delle PN, adattate alle proprie primitive, e pertanto tengono conto del tipo di linea. Le regole di sparo per f-HIN si delineano come segue:

- ✚ la linea intera implica che l’attivazione (sparo) della relativa evoluzione consuma la marca del nodo d’input (ingresso) alla linea.
- ✚ la linea tratteggiata implica che l’attivazione (sparo) della relativa evoluzione non consuma la marca del nodo d’input alla linea.
- ✚ l’attivazione di un’evoluzione (linea intera o tratteggiata) genera in ogni caso una marca nel nodo di arrivo (output) alla linea.

Come nel grafo HIN, nel diagramma f-HIN i token si spostano lungo un’evoluzione (una linea in f-HIN) se sono presenti in tutti i nodi d’ingresso e quindi sono generati token in tutti i nodi di uscita (regola di sparo di una PN).

Più precisamente, il token si muove lungo la linea intera (figg. 1, 2 e 4 di tab 8.1.1), o lungo la linea tratteggiata (figg. 3 e 5 di tab 8.1.1), se:

- ✚ il nodo HI d’ingresso ha un token;
- ✚ il nodo HI [tutti i nodi HI], che funge [fungono] da co-morbidità (nodo d’ingresso alla linea che termina su un’altra linea), ha [hanno] un token.

Anche per i diagrammi f-HIN può avvenire un solo sparo alla volta e istantaneamente.

La tab. 8.3.1 riporta l’applicazione delle regole di sparo per le primitive di rappresentazione di f-HIN insieme alle regole di sparo delle equivalenti grafi HIN.

Tabella 8.3.1: L’applicazione delle regole di sparo per le primitive di rappresentazione di f-HIN

	Tipo di evoluzione	Prima dello sparo (f-HIN e HIN)	Dopo lo sparo (f-HIN e HIN)
1	Ricorrenza	<p>Ricorrenza</p>	<p>Ricorrenza</p>
		<p>Ricorrenza</p>	<p>Ricorrenza</p>
2	Aggravamento/ Approfondimento/ Miglioramento	<p><tipo d’interazione></p>	<p><tipo d’interazione></p>
		<p><tipo d’interazione></p>	<p><tipo d’interazione></p>

3	Complicanza/ Causa		
4	Aggravamento in presenza di co- morbosità ¹⁷		
5	Complicanza in presenza di co- morbosità ¹⁸		

¹⁷ Aggravamento/Approfondimento in presenza di fattore di rischio o contesto di sviluppo di un altro problema.

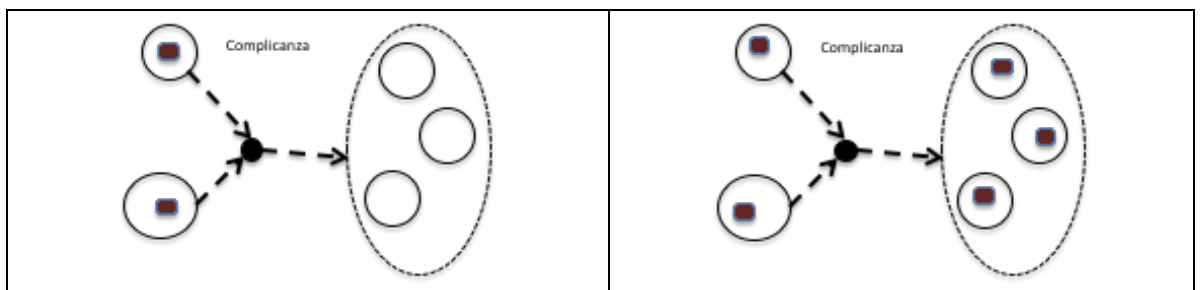
¹⁸ Complicanza in presenza di fattore di rischio o contesto di sviluppo di un altro problema.

6	Ciclo di no-co-morbosità		
7	Ciclo di co-morbosità non spara		

Si noti che nel caso di ciclo di co-morbosità (caso 7 di tab. 8.3.1) non avviene lo sparo, essendo il token presente nell'HI di uscita, che non è in ingresso a questa evoluzione; HI ha 1 solo token al massimo.

In fig. 8.3.1 è mostrato lo sparo in un diagramma f-HIN che ha come suoi componenti sia l'aggregazione che il punto di unione statica.

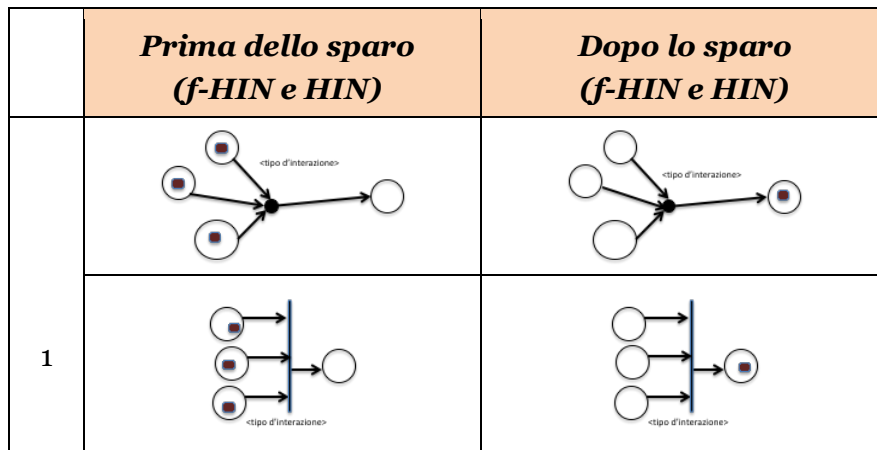
Figura 8.3.1 – Un esempio di sparo in un diagramma f-HIN



La presenza sia dell'aggregazione che del punto di unione statica evidenzia meglio la regola di sparo per aggravamento e approfondimento con molteplicità di HI in ingresso e/o

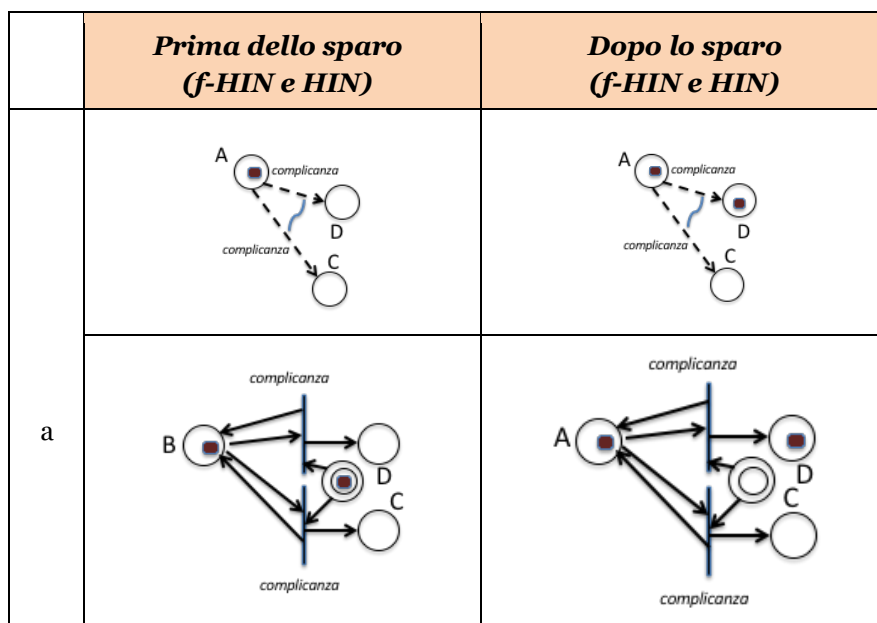
uscita; in fig. 8.3.2 viene rappresentato sia lo sparo dei diagrammi f-HIN che degli equivalenti grafi HIN.

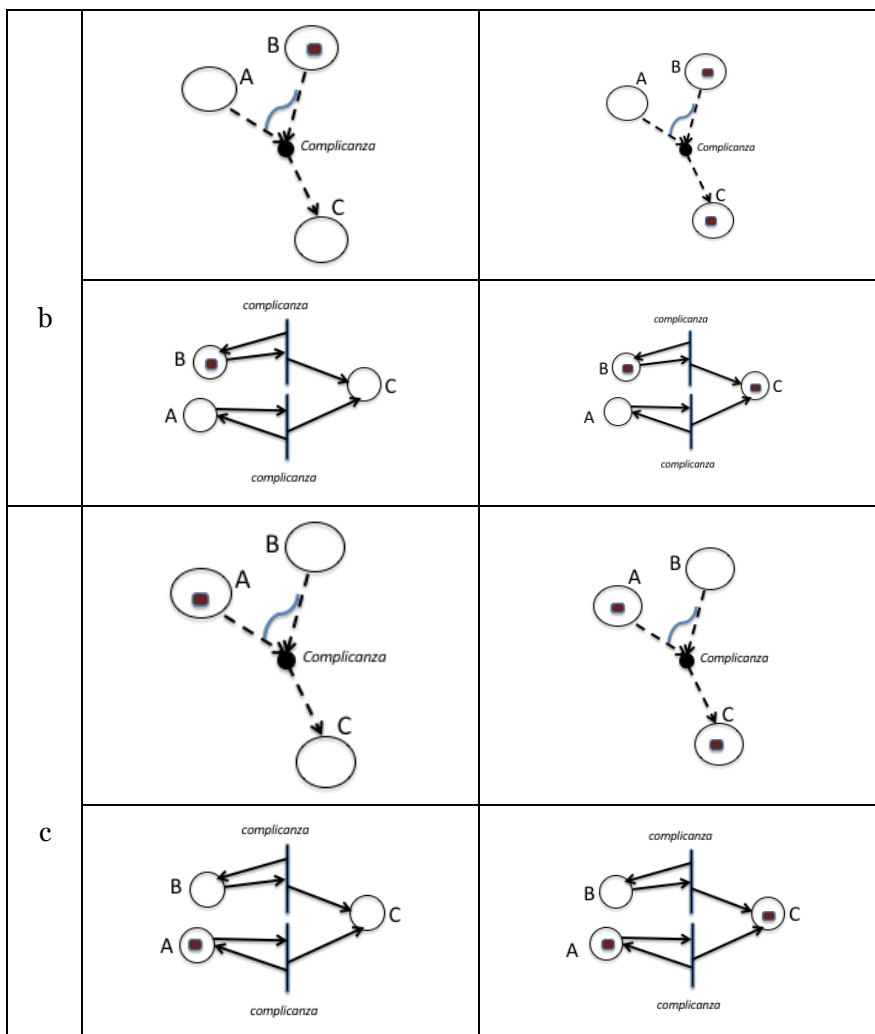
Figura 8.3.2 – Esempio di sparo di aggravamento e approfondimento con molteplici HI in ingresso



La regola di sparo relativa all'alternative line tiene conto dell'espressione logica riportata nella clinical-guard condition: tale espressione logica guida infatti il disegno dell'equivalente grafo HIN, cui la regola di sparo di f-HIN deve corrispondere. In fig. 8.3.3 sono riportate le regole di sparo di un diagramma con relazione di XOR in uscita (fig. 8.3.3a) e in presenza di espressione logica di OR in ingresso (fig. 8.3.3b e c), mostrando anche le regole per le equivalenti HIN.

Figura 8.3.3 – Esempi di sparo di complicanza in presenza di OR





Nel caso di complicanza con HI in relazione logica OR per gli ingressi, l'equivalente HIN ha due transizioni (la fig. 8.2.7 per la modellizzazione statica e le fig. 8.3.3b e c per quella dinamica). I due HI d'ingresso possono essere presenti contemporaneamente, ma può scattare una sola evoluzione complicanza; nel modello HIN non è possibile l'attivazione di tutte e due le differenti evoluzioni, in quanto hanno il medesimo risultato finale, il che comporterebbe la presenza di due marche nel posto HI di uscita: questa situazione è non consentita in quanto HIN è una rete sicura (un solo token per nodo HI).

OSSERVAZIONI

- ❖ L'aggregazione e il punto di unione statica sono due modi differenti di rappresentare associazioni non casuali; la differenza è nella semantica:
 - L'aggregazione rappresenta associazioni che hanno una valenza in sé, in quanto essa implica che la "vicinanza", in termini temporali, di HI abbia un valore conoscitivo dal punto di vista del ragionamento clinico; è il caso del complesso sindromico la cui composizione (compresenza) di più HI facilita l'approfondimento in una diagnosi specifica, la cui "esistenza" è caratterizzata in maniera significativa proprio dall'insieme di HI.

- Il punto di unione statica è una modalità di semplificare il diagramma senza nessun valore significativo.

L'aggregazione e il punto di unione statica sono differenti nel ruolo che giocano nel rappresentare un'evoluzione, ma dal punto di vista comportamentale hanno lo stesso comportamento.

- ❖ L'esecuzione di un f-HIN, ossia di un diagramma di una persona generica, genera la medesima lista ordinata dell'equivalente grafo HIN.
- ❖ Tra due insiemi di nodi problema non possono esistere differenti nodi evoluzione che li uniscono. Se presenti, sarà cura del medico docente provvedere di eliminare questi malintesi.
- ❖ La presenza di alternative line in un diagramma f-HIN implica la presenza dell'espressione logica, nella scheda associata all'evoluzione sulla quale opera l'alternative line stessa. L'equivalente grafo HIN dipende sia dal tipo di evoluzione che dall'espressione logica. La sequenza di sparo è il risultato della sola applicazione delle regole di sparo alla struttura del grafo HIN. Per definire la query si tiene conto, oltre alle sequenze di sparo, di una molteplicità di indicazioni, es. le condizioni presenti nelle guard-condition (clinical e temporal), i vincoli temporali disegnati nel diagramma f-HIN, etc.
- ❖ La co-morbidità può essere ereditaria, nel senso che health issue raggiunti tramite evoluzioni (aggravamento, approfondimento) possono tener conto del fattore di co-morbidità (che si può inserire nella clinical-guard condition all'interno della scheda del nodo) come fattore pre-esistente: è il caso 1 in tab. 8.3.2, dove D è fattore di co-morbidità che ad es. influenza sia l'evoluzione che collega A e B, sia quella originata da B. Es: il diabete dà origine ad una complicanza; ne segue che le successive evoluzioni di questa complicanza avverranno tutte con la presenza del diabete come co-morbidità. L'ereditarietà non è automaticamente applicata al momento dello sparo, bensì la scelta è lasciata al medico docente al momento della definizione della query. L'ereditarietà va riportata nella clinical-guard condition come segnalazione della sua esistenza.
- ❖ Analogamente, se un health issue è fattore di co-morbidità (influenzante) per l'evoluzione che dà origine ad un altro health issue (influenzato), qualora il fattore di co-morbidità influenzante evolvesse in un nuovo health issue, quest'ultimo sarebbe ancora fattore di co-morbidità influenzante per l'evoluzione che genera l'health issue influenzato: è il caso 2 della tab. 8.3.2, dove, essendo A fattore di co-morbidità influenzante l'evoluzione che porta a D, ed evolvendosi A in B, si ha che anche B sarà fattore di co-morbidità per l'evoluzione che genera D, e così via. L'ereditarietà non è automaticamente applicata al momento dello sparo, bensì la scelta è lasciata al medico docente al momento della definizione della query, per

cui il fattore di co-morbidità può essere visto, ad esempio, come classe di problemi (caso 2b in tab. 8.1.2). L'ereditarietà va riportata nella clinical-guard condition come segnalazione della sua esistenza.

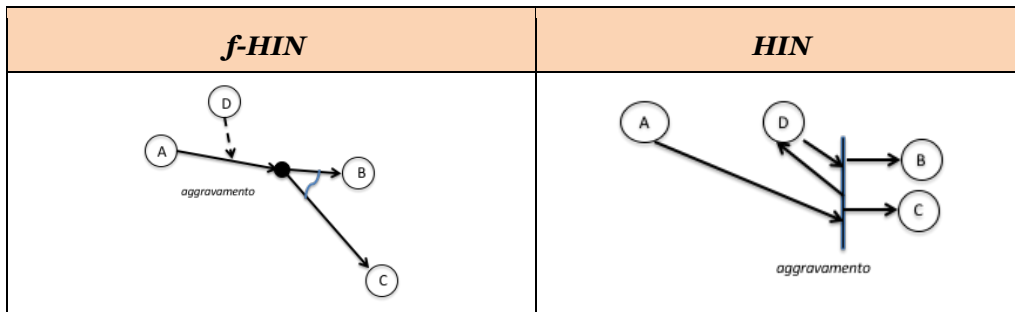
Tabella 8.3.2 – L'ereditarietà della co-morbidità

Caso	Grafo <i>f</i> -HIN
1	<p>Diagramma 1: Grafo <i>f</i>-HIN. Un nodo A (cercio) ha una freccia solida etichettata "Aggravamento" che punta a un nodo B (cercio). Un nodo D (cercio) ha una freccia tratteggiata che punta a A e una freccia tratteggiata che punta a B. Una freccia tratteggiata etichettata "ereditarietà" parte da A e punta a un nodo C (cercio). Tra B e C ci sono altri nodi non etichettati e frecce tratteggiate che indicano una sequenza di HI.</p>
2a	<p>Diagramma 2a: Grafo <i>f</i>-HIN. Un nodo A (cercio) ha una freccia solida etichettata "Aggravamento" che punta a un nodo B (cercio). Un nodo D (cercio) ha una freccia tratteggiata che punta a A e una freccia tratteggiata che punta a B. Una freccia tratteggiata etichettata "Ereditarietà" parte da A e punta a un nodo C (cercio). Tra B e C ci sono altri nodi non etichettati e frecce tratteggiate che indicano una sequenza di HI.</p>
2b	<p>Diagramma 2b: Grafo <i>f</i>-HIN. Un nodo A (cercio) ha una freccia solida etichettata "Aggravamento" che punta a un nodo B (cercio). Un nodo D (cercio) ha una freccia tratteggiata che punta a A e una freccia tratteggiata che punta a B. Una freccia tratteggiata etichettata "Ereditarietà" parte da A e punta a un nodo C (cercio). Tra B e C ci sono altri nodi non etichettati e frecce tratteggiate che indicano una sequenza di HI. Una scatola rettangolare con un bordo tratteggiato racchiude i nodi B, C e i nodi intermedi, con l'etichetta "Classe di problemi" sotto di essa.</p>

- ❖ Nel caso dell'espressione logica XOR di fig. 8.2.7, le due sequenze possibili, alternative tra loro, sono (A - B) oppure (A - C). Della clausola presente nella query fanno parte delle espressioni logiche in OR tra loro che contengono $t_B > t_A$ oppure $t_C > t_A$, se il medico docente è interessato all'evoluzione del problema clinico A indipendentemente da quale sia l'HI successivo. Tale forma semplice va già bene, in quanto come visto non è possibile l'esistenza di casi clinici con la doppia evoluzione. In realtà la query, tra gli elementi della selezione, deve presentare una delle seguenti clausole:
 - $[t_B > t_A \wedge \neg (t_C > t_A)]$ se il medico docente è interessato all'evoluzione del problema clinico A solo in B;
 - $[t_C > t_A \wedge \neg (t_B > t_A)]$ se il medico docente è interessato all'evoluzione del problema clinico A solo in C.

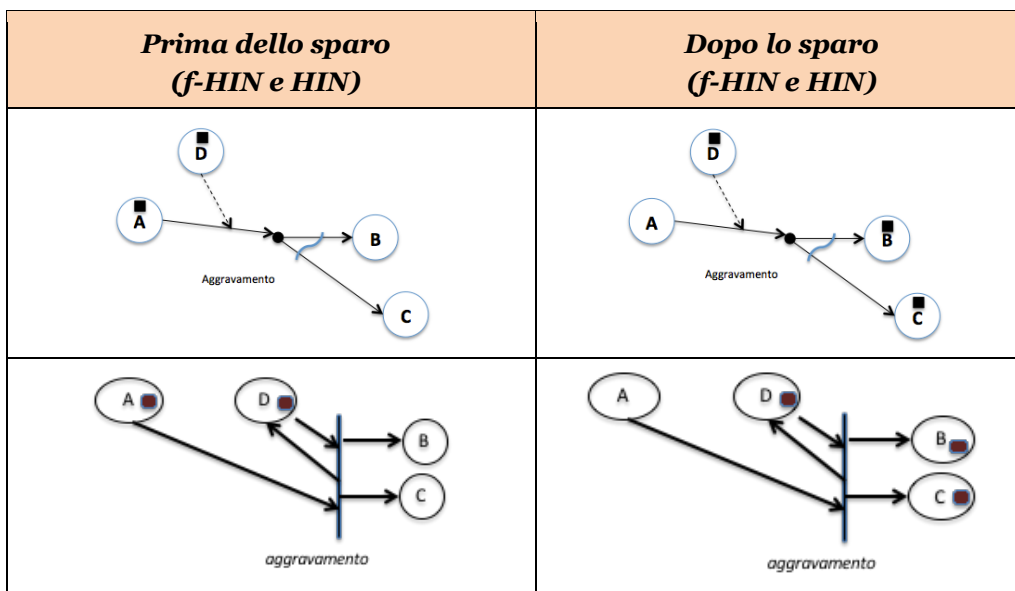
- ❖ Si consideri l'aggravamento con complicità con il caso della relazione logica OR negli HI di uscita (fig. 8.3.5).

Figura 8.3.5 – Esempio di aggravamento con complicità in presenza di OR



Lo sparo di questa evoluzione per il grafo HIN è mostrato in fig. 8.3.6.

Figura 8.3.6 – Esempio di sparo dell'aggravamento con complicità in presenza di OR



La sequenza possibile è (A, D) – (B, C). La query, tra gli elementi della selezione, presenta la clausola che tiene conto dell'operatore logico OR presente nella clinical-guard condition, e della relazione temporale per cui il problema clinico B precede C, rappresentata in chiaro nel diagramma f-HIN; tale clausola composta¹⁹ è formata da espressioni logiche in OR tra loro, che contengono:

- $t_B > t_A \wedge t_B > t_D$ se il caso clinico esita in B come problema clinico, e non in C;
- $t_C > t_A \wedge t_C > t_D$ se il caso clinico esita in C come problema clinico, e non in B;
- $t_B > t_A \wedge t_B > t_D \wedge t_C > t_A \wedge t_C > t_D \wedge t_C > t_B$ se il caso clinico ha due problemi clinici B e C.

¹⁹ Se non esistesse la relazione logica di OR, la clausola sarebbe $[(t_B > t_A \wedge t_B > t_D) \wedge (t_C > t_A \wedge t_C > t_D)] \wedge t_C > t_B$.

La scelta di una di queste espressioni logiche può implicare quale sequenza di transizioni considerare e come trasformarle; ad esempio la clausola che esclude il problema B implica che tutte le sequenze di sparo che hanno B come input siano escluse insieme alle transizioni derivanti da tale esclusione; questo implica dei tagli sul grafo di raggiungibilità eliminando dei percorsi.

- ❖ Si consideri la complicità di fig. 8.3.3b e 8.3.3c per cui gli HI d'ingresso A e B, in OR tra loro, danno origine al problema clinico C. Tenendo conto che HIN è una rete sicura, le sequenze di sparo possibili sono (A – C) oppure (B – C). La presenza della relazione logica OR nella clinical-guard condition implica una clausola composta, che è formata da espressioni logiche in or tra loro, ognuna delle quali contiene²⁰:

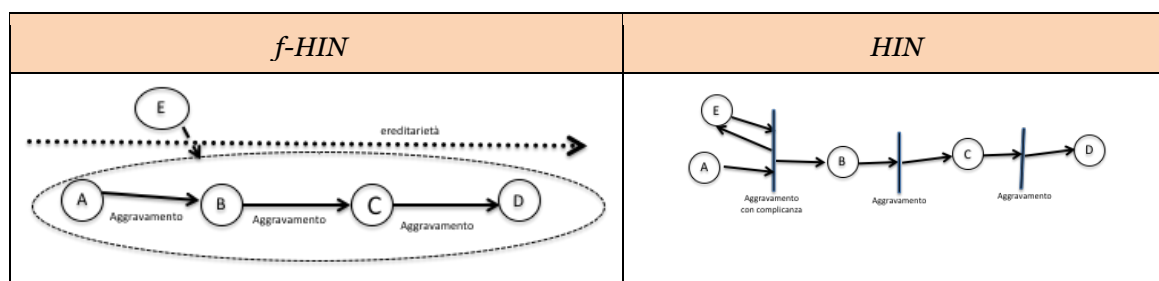
- $t_C > t_B$ se il caso clinico ha B come problema clinico in ingresso;
- $t_C > t_A$ se il caso clinico ha A come problema clinico in ingresso.

La presenza di queste due espressioni logiche in OR fra loro esclude la presenza dell'espressione logica $t_C > t_A \wedge t_C > t_B$ (se il caso clinico presentasse i problemi clinici A e B contemporaneamente), anch'essa in OR, in quanto "compresa" nella relazione OR delle altre due. Questo motiva l'equivalenza del diagramma f-HIN con un grafo HIN composto da due sole transizioni, ciascuna con un unico ingresso: una terza transizione con i due ingressi sarebbe infatti ridondante dal punto di vista della query.

- ❖ Come detto, l'ereditarietà del fattore di co-morbidità è riportato nelle clinical-guard condition ed è quindi preso in considerazione nella fase di generazione della query.

Si consideri l'ereditarietà di fig. 8.3.7, ove il fattore E influenza l'aggravamento (con complicità) del problema A generando B; tale fattore E influenza verosimilmente anche le generazioni dei problemi C e D che avvengono successivamente per aggravamento con complicità.

Figura 8.3.7 – Esempio dell'aggravamento con complicità in presenza di ereditarietà



²⁰ La mancanza della relazione logica di OR lascia al medico docente il compito di scegliere quali e quante sequenze prendere in considerazione, considerandole in OR tra loro.

La sequenza di sparo, nell'ipotesi che l'HI E abbia svolto il ruolo di co-morbidità una sola volta, è: (A, E - B); (B - C); (C - D); nel caso in cui si consideri il concetto di ereditarietà legato ad E, la sequenza diviene: (A, E-B); (B, E-C); (C, E-D). Nel primo caso la clausola nella query è: $t_B > t_A \wedge t_B > t_E \wedge t_C > t_B \wedge t_D > t_C \wedge t_E > t_A$. Il medico docente ritiene che tutti gli aggravamenti sono influenzati da E ed inoltre dal diagramma f-HIN esiste il vincolo temporale per cui E è sorto dopo A; ne segue che la clausola diviene:

$$t_B > t_A \wedge t_B > t_E \wedge t_C > t_B \wedge t_D > t_C \wedge t_C > t_E \wedge t_D > t_E \wedge t_E > t_A.$$

Per la proprietà transitiva dell'operatore di maggioranza (>), basta la condizione $t_B > t_E$, per cui la clausola diventa: $t_B > t_A \wedge t_B > t_E \wedge t_C > t_B \wedge t_D > t_C \wedge t_E > t_A$.

Dall'esempio risulta evidente che l'ereditarietà viene rappresentata nel diagramma f-HIN e che risulta implicita nella clausola della query per la proprietà transitiva dell'operatore di maggioranza (e di minoranza). Anche se l'ereditarietà è implicita per la definizione della query, lasciare al medico docente questa possibilità di esprimerla in chiaro a livello di diagramma f-HIN permette allo stesso di offrire una maggiore ricchezza semantica ai discenti durante la presentazione/discussione del caso clinico.

9. Il modello f-HINE

Per scegliere i casi didattici, il medico docente deve analizzare la HINE del caso clinico reale, estatto dalla EHR, che corrisponde all'evoluzione ben definita di un problema di persona generica. A tale scopo si usa il diagramma f-HINE (friendly Health Issue Network *exemplar*).

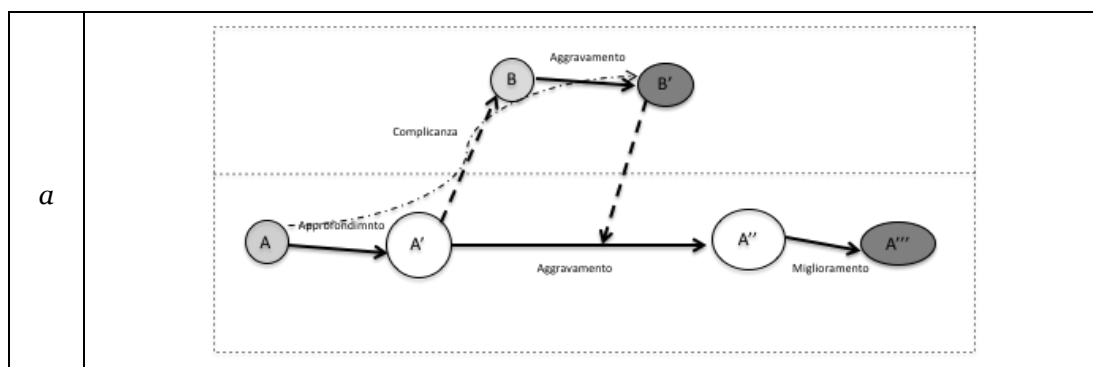
Il modello f-HINE ha lo scopo di facilitare: (i) la scelta dei casi reali che corrispondono all'obiettivo formativo (l'evoluzione di un significativo problema clinico); (ii) la presentazione dei quesiti didattici; (iii) la valutazione delle risposte dei discenti.

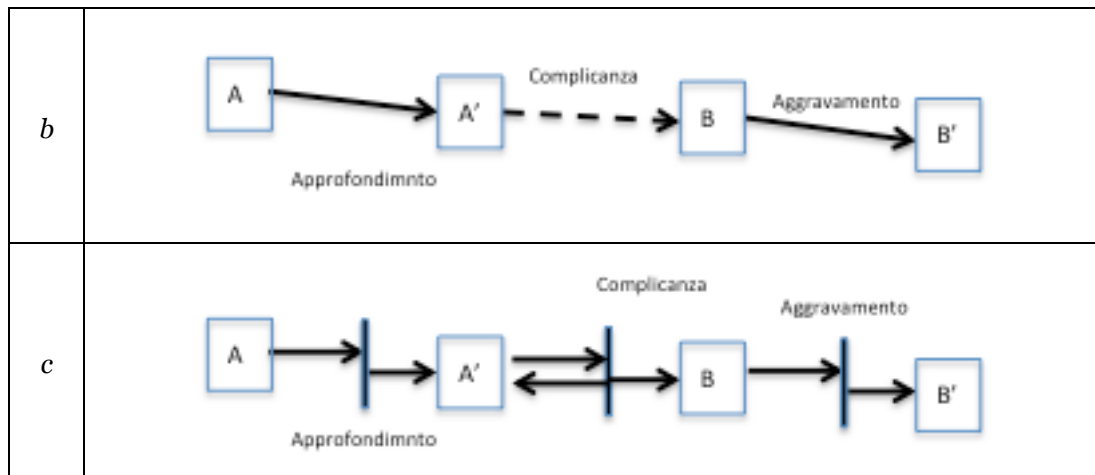
9.1 Il modello base

Per f-HINE il diagramma della persona reale si rappresenta usando i quadrati per rappresentare le istanze di problemi e linee intere e tratteggiate per le evoluzioni. Per esso valgono le regole già applicate in caso di evoluzione estratta da HIN, ad es. se in un f-HIN da un nodo escono due linee intere, nel corrispondente f-HINE di persona reale dal nodo corrispondente può uscire solo una linea intera. In altre parole: se in linea generale un problema può evolvere in diverse maniere, per un caso particolare l'istanza di problema può evolvere in un solo modo. Un caso clinico reale (ossia di una persona ben definita) per risultare coerente deve essere rappresentato da un diagramma f-HINE (insieme di diagnosi e relativo ordinamento temporale) che sia compatibile con una possibile esecuzione dinamica del diagramma HINE dell'evoluzione specifica corrispondente (chiaramente rispettando anche le condizioni di transizione).

Se da un f-HIN relativo ad una persona generica si vuol ricavare un f-HINE di persona reale (prendendo una parte del diagramma), tale parte è evidenziata con una linea tratteggiata con punti e linee. La fig 9.1.1a mostra il percorso di un cittadino ben definito, evidenziato con una linea opportuna. In particolare, si ha: a) il diagramma f-HIN con l'uso delle swimlanes; b) il diagramma f-HINE (particolare del caso a); c) il grafo HINE equivalente al diagramma rappresentato in b).

Figura 9.1.1 – I modelli di esecuzione di una persona reale





La composizione della scheda associata al nodo corrisponde alla scheda associata al nodo problema di HINe (tab. 7.1).

La composizione della scheda associata alla linea corrisponde alla scheda associata al nodo evoluzione di HINe (tab. 7.2), con l'eventuale modifica nel caso di ciclo in accordo con la tab. 8.2.1.

Nel diagramma f-HINe si modella l'ordinamento temporale tra problemi di salute allo stesso modo del modello f-HIN: pertanto s'introduce un'ascissa implicita del tempo secondo la quale il problema a destra di un altro indica che avviene dopo.

OSSERVAZIONI

- ✚ Il diagramma f-HINe può non essere uguale ad una parte del diagramma f-HIN. Dal punto di vista della storia clinica di un cittadino specifico (diagramma f-HINe) può interessare che esista una "compatibilità" con un'evoluzione di un caso generico (diagramma f-HIN); questo equivale al fatto che:
 - il diagramma connesso f-HINe e il diagramma connesso f-HIN abbiano gli stessi estremi (nodi iniziale e finale della parte del diagramma);
 - esistano sia il percorso che unisce i due estremi (un nodo iniziale e un nodo finale) nel diagramma f-HIN che il percorso tra gli stessi nodi nel diagramma f-HINe;
 - i nodi che costituiscono il percorso nel diagramma f-HIN siano presenti nel percorso del diagramma f-HINe con la stessa sequenza.

Se il numero di nodi di f-HIN coinvolti nella sequenza di sparo (per individuare un caso reale) è minore del numero di nodi di f-HINe – dato che nel caso reale anonimizzato estratto dall'EHR possono comparire Health Issues non considerati/previsti in sede di definizione del caso generico da parte del medico docente – si può parlare di "evoluzione contenuta nell'obiettivo didattico" e quindi esprimere che l'evoluzione del caso specifico è allineata con il caso generico, ossia che il caso specifico si è evoluto compatibilmente a come indicato nel caso generico.

Questo fa sì che il medico docente possa indicare un percorso di caso generico più generale e quindi catturare casi specifici la cui evoluzione sia allineata con l'obiettivo didattico²¹.

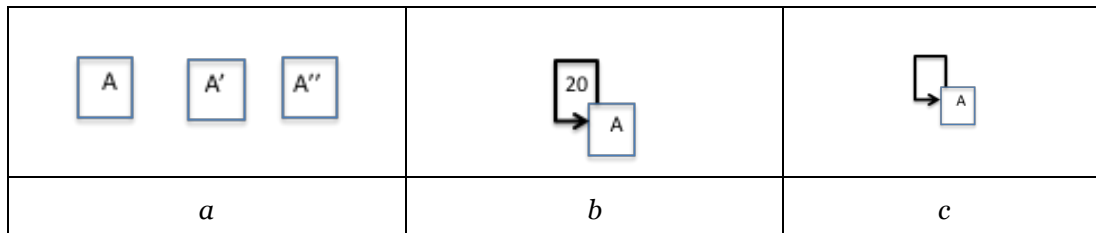
La ricerca di queste situazioni implica l'uso di grammatiche di grafi, per operare con sostituzione sia partendo da HIN (equivalente a f-HIN) ampliandolo, che da HINe (equivalente a f-HINe) riducendolo.

- ✚ Nel caso della rappresentazione di un diagramma f-HINe vi sono alcune modifiche rispetto al digramma f-HIN:
 - Ricorrenza di un problema: in caso di evoluzione di un problema dopo un fenomeno di ricorrenza – che però non ha apportato per il paziente reale alcuna modifica al piano di cura – quest'ultima non viene indicata in forma esplicita, bensì descritta nell'item "Descrizione" della scheda associata al nodo problema (che ne rappresenta appunto l'evoluzione), assieme al numero di volte in cui si è avuta la ricorrenza.
 - Più in generale, un percorso evolutivo va evidenziato nel diagramma con più nodi istanza di problema solo se porta ad una variazione sensibile del problema precedente e/o del piano di cura del paziente. In caso contrario, l'evoluzione viene descritta nella scheda associata al problema precedente.
 - Bisogna sempre cercare la presenza di eventuali archi di collegamento tra differenti "blocchi di issues" (differenti parti di diagramma connesse), separati ad es. da periodi di follow-up. Va tenuto presente che la mancanza di tali linee di connessione ha un valore didattico fungendo da "confondente".
 - Non vi sono *alternative line* in quanto, descrivendo f-HINe casi conclusi, le situazioni alternative sono tutte risolte.
 - Non vi è l'ereditarietà, in quanto si modellano casi conclusi e non casi di pazienti generici (che descrivono invece i possibili casi reali).

- ✚ In un diagramma f-HINe il numero di volte che si è presentata la ricorrenza è generalmente noto, pertanto si può: (i) rappresentare ripetendo l'HI tante volte quante volte è accaduto, nel caso di numeri piccoli (fig. 9.1.2a); (ii) riportare il numero di ricorrenze nel diagramma, se tale numero è molto alto (fig. 9.1.2b); (iii) riportare l'evoluzione generica di ricorrenza, nel caso in cui non si conosca il numero delle ricorrenze (fig. 9.1.2c).

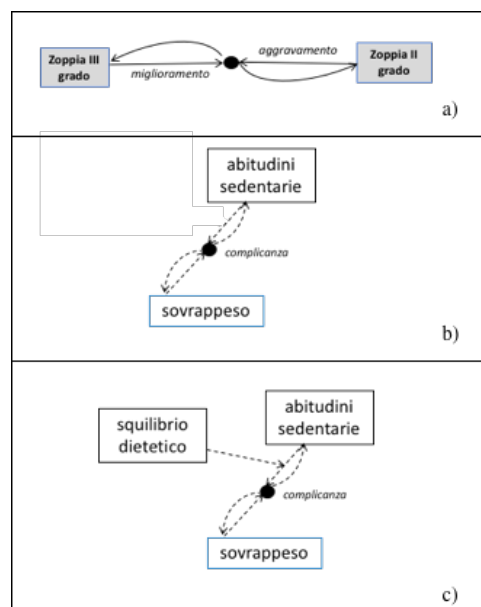
²¹ Cfr. Cap. 10.

Figura 9.1.2 – La modellizzazione della ricorrenza in un diagramma f-HIN



- ✚ In un diagramma f-HINe non vi saranno relazioni logiche di OR, XOR o combinazioni di operatori logici tra problemi di salute in ingresso e/o in uscita da evoluzioni, in quanto si modellano casi conclusi.
- ✚ Nel caso di evoluzione reale il decesso viene rappresentato secondo le stesse modalità del grafo HINe per i casi reali²².
- ✚ Il ciclo può essere rappresentato in due maniere a seconda di quale aspetto del ciclo il medico docente vuole evidenziare:
 - Con la farfalla per una visione compatta che evidenzia lo stretto legame tra i problemi di salute coinvolti (fig. 9.13).

Figura 9.1.3 – Esempi di ciclo rappresentato in maniera compatta



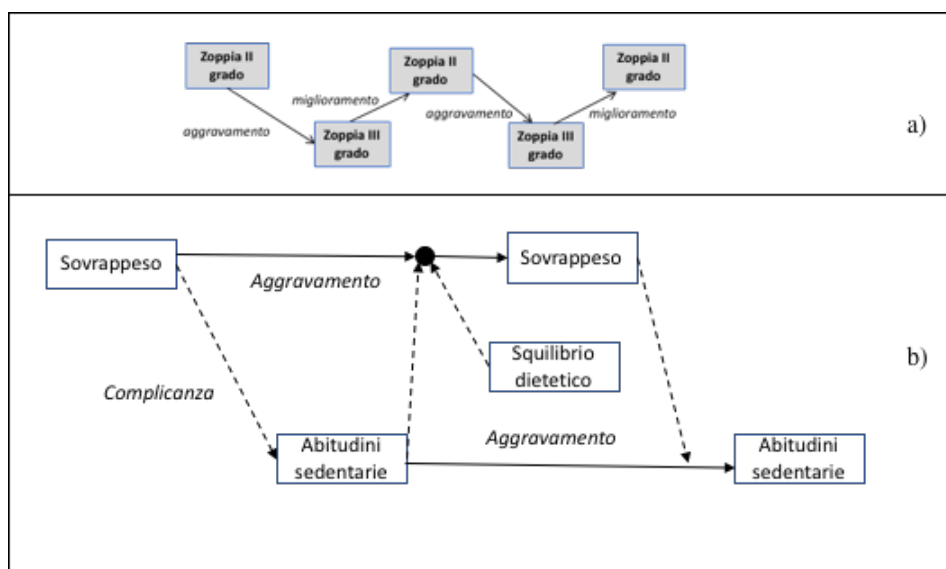
Nel caso di ciclo in assenza di co-morbosità, se i tipi di evoluzione sono diversi per i due versi di percorrenza, sono allora riportati in chiaro sugli archi (fig. 9.1.3a). Se invece il tipo di evoluzione è lo stesso (caso della

²² Cfr. cap. 7

complicanza) l'etichetta dell'evoluzione (complicanza) si pone sul nodo farfalla, ma in teoria può anche essere omessa proprio per la sua natura ancillare (fig. 9.1.3b). Nel caso di ciclo con co-morbidità (fig. 9.1.3c) si ha invece solo il secondo dei due casi prima citati.

- Il ciclo si può rappresentare in maniera estesa, ripetendo HI ed evoluzioni, se si vuol mostrare nel tempo il ciclo al fine di evidenziare il legame temporale tra le varie fasi e ripetizioni del ciclo, e gli altri problemi di salute presenti nel caso clinico (fig 9.1.4).

Figura 9.1.4 – Esempi di ciclo rappresentato in maniera estesa



Si noti che nella versione estesa del ciclo con co-morbidità il tipo di evoluzioni cambia: l'attenzione è focalizzata sul cambiamento del singolo HI che nel feedback negativo si aggrava; nella visione compatta (fig. 9.1.3) il tipo di evoluzione invece non cambia, in quanto si evidenzia la reciproca complicanza, dando per sottinteso che essa porta ad aggravamenti.

Un'ulteriore differenza è dovuta alla miglior messa in evidenza dell'innesco del ciclo quando è rappresentato in maniera estesa.

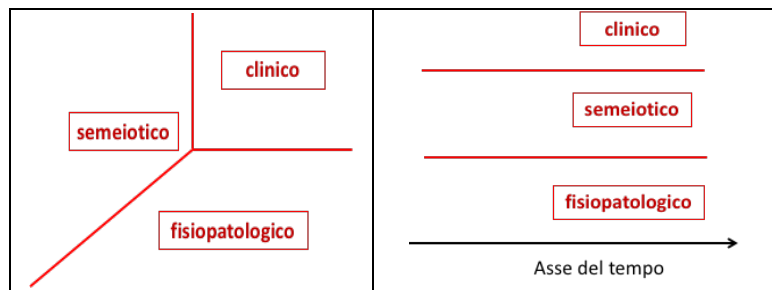
9.2 La visione sistemica

È importante fornire esercizi, basati su casi clinici reali o realistici, le cui informazioni siano organizzate secondo differenti prospettive. A tal fine il diagramma è organizzato per *livelli*.

I livelli considerati sono: clinico, semeiotico e fisiopatologico. Ognuno di essi rappresenta la visione della storia clinica di un paziente secondo una specifica, possibile prospettiva.

La rappresentazione corretta dei tre livelli è tridimensionale; per evidenziare l'asse temporale si ricorre invece ad una visione 2D, dove i diagrammi f-HINE relativi agli aspetti clinico e fisiopatologico sono rappresentati su un piano, laddove il livello semeiotico è situato in mezzo come collegamento tra gli altri due livelli (tab. 9.2.1).

Tabella 9.2.1 – la rappresentazione con i livelli



La presenza dei livelli comporta una gerarchia tra i tipi HI, al fine di inserire ogni HI nel livello più appropriato (tab. 9.2.2).

Tabella 9.2.2 – La gerarchia dei tipi HI la rappresentazione con i livelli

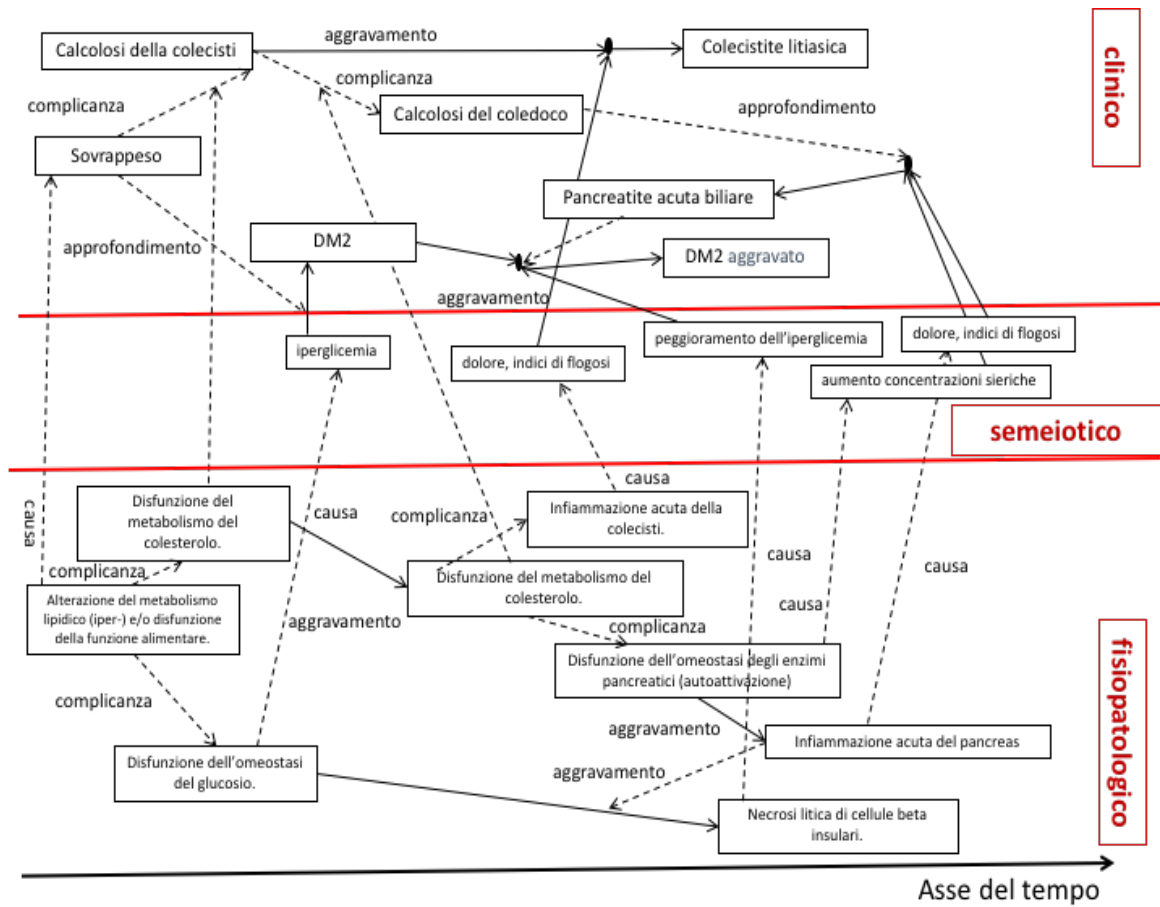
Clinico	Semeiotico	Fisiopatologico
<ul style="list-style-type: none"> ○ diagnosi, ○ ipotesi diagnostica, ○ condizione di rischio, ○ problema iatrogeno, ○ fattore di rischio, ○ classe di problema, ○ etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ sintomo, ○ segno, ○ reperto, ○ disturbo, ○ problema sociale ○ etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ evento fisiopatologico, ○ processo fondamentale, ○ etc.

I livelli sono principalmente usati nella rappresentazione di casi reali o realistici, e non di una generica persona, proprio per la ricchezza e complessità della realtà.

Si consideri il caso reale illustrato in fig. 9.2.1 come diagramma f-HINe, ove sono evidenziati: (i) l'organizzazione di HI clinici e fisiopatologici secondo le descritte regole del modello f-HINe; (ii) le evoluzioni "causa" (in rosso) definite come "trans-livello", in quanto collegano HI appartenenti ai due differenti livelli²³.

²³ Un'evoluzione "causa" di tipo trans-livello ha origine solo nel livello fisiopatologico e viene rappresentata con una linea tratteggiata, al pari dell'evoluzione complicanza. Le evoluzioni relative ai singoli livelli clinico e fisiopatologico sono invece definite come "intra-livello".

Figura 9.2.1 – Un esempio con HI clinici e fisiopatologici



Si noti la ricchezza delle informazioni che descrivono un caso reale o realistico, molto di più di quelle necessarie per la definizione di un obiettivo didattico. Questo implica che i livelli vengono principalmente usati nel diagramma f-HINE per organizzare e informazioni descrittivi il caso clinico.

Per semplificare la fig. 9.2.1 ne viene mostrata una parte, suddividendo il diagramma nei tre livelli clinico, semeiotico e fisiopatologico (fig. 9.2.2).

apparato anatomico (body system), e che servono per organizzare le informazioni cliniche di un paziente orientandole per problemi clinici (es. i 17 capitoli dell'IPCP2 [W 1998]). Va comunque sottolineato che le corsie si possono presentare qualche volta anche nel livello semeiotico in presenza di HI psicologici/psichiatrici e sociali.

- ❖ Nella medicina, specialmente quella territoriale, è presente l'integrazione socio-sanitaria e questo implica la possibilità, sempre a scelta del medico docente, di inserire HI sociali nel diagramma f-HINe. Nella classificazione ICPC2 [W 1998] è presente un apposito capitolo relativo ai problemi sociali; tali problemi sono visti come sintomi / lagnanze: HI sociali vanno pertanto inseriti nel livello semeiotico (eventualmente in un'apposita corsia), ma chiaramente il medico docente può effettuare altre scelte.

9.3 La “visione integrata” e la vista del caso didattico

Il caso didattico²⁵ viene estratto dal caso referente²⁶ per meglio rispondere all'obiettivo didattico specifico sottostante gli esercizi, impostati secondo il CBL, per i discenti. Il modello f-HINe che descrive un caso didattico (detto “vista”) è generalmente “incluso” nel modello f-HINe che descrive il caso referente (detto “visione integrata”), da cui la vista è generata.

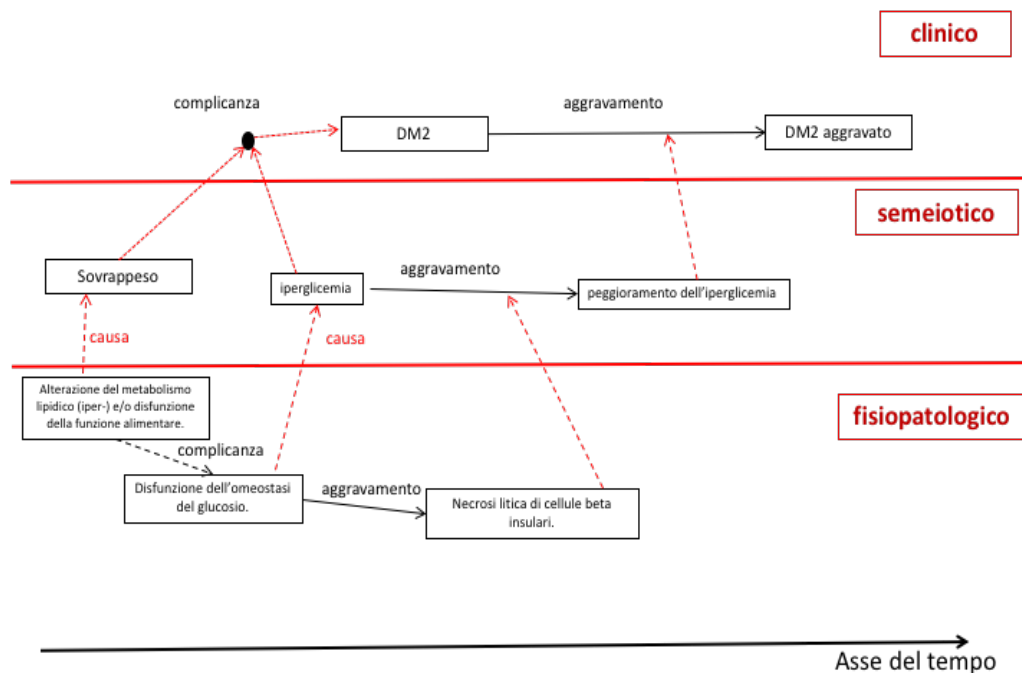
La differenza tra vista e visione integrata è dovuta al fatto che le viste hanno l'obiettivo di fornire al discente una rappresentazione grafica che lo aiuti nell'applicare e verificare le sue conoscenze mediche per un ben definito obiettivo didattico, mentre la visione integrata rappresenta il caso clinico nel modo più realistico possibile. Sia la visione integrata che le viste possono essere organizzate in corsie e livelli secondo la discrezione del medico docente.

Il diagramma di fig. 9.3.1 rappresenta la visione integrata da cui è estratto il diagramma di fig. 9.2.2. La visione integrata è leggermente diversa da quella di fig. 9.2.2 per: (i) l'aggiunta di aggravamento da “iperglicemia” a “peggioramento dell'iperglicemia” nel livello semeiotico della visione integrata; (ii) modifica dell'evoluzione da “sovrappeso+iperglicemia” → “DM2” che, nella visione integrata, è complicanza mentre nella vista è approfondimento.

²⁵ Cfr. Allegato 2.

²⁶ Cfr. Allegato 1.

Figura 9.3.1 – La visione integrata



Si noti la ricchezza delle informazioni che descrivono la visione integrata, molto di più di quelle necessarie per la definizione di un obiettivo didattico specifico. Le aggiunte e le modifiche permettono un'autonomia dei singoli livelli e rispettano meglio la realtà medica del caso.

Dall'analisi dalla visione integrata di fig. 9.3.1 si notano delle "corrispondenze" tra i livelli legati all'evoluzione aggravamento:

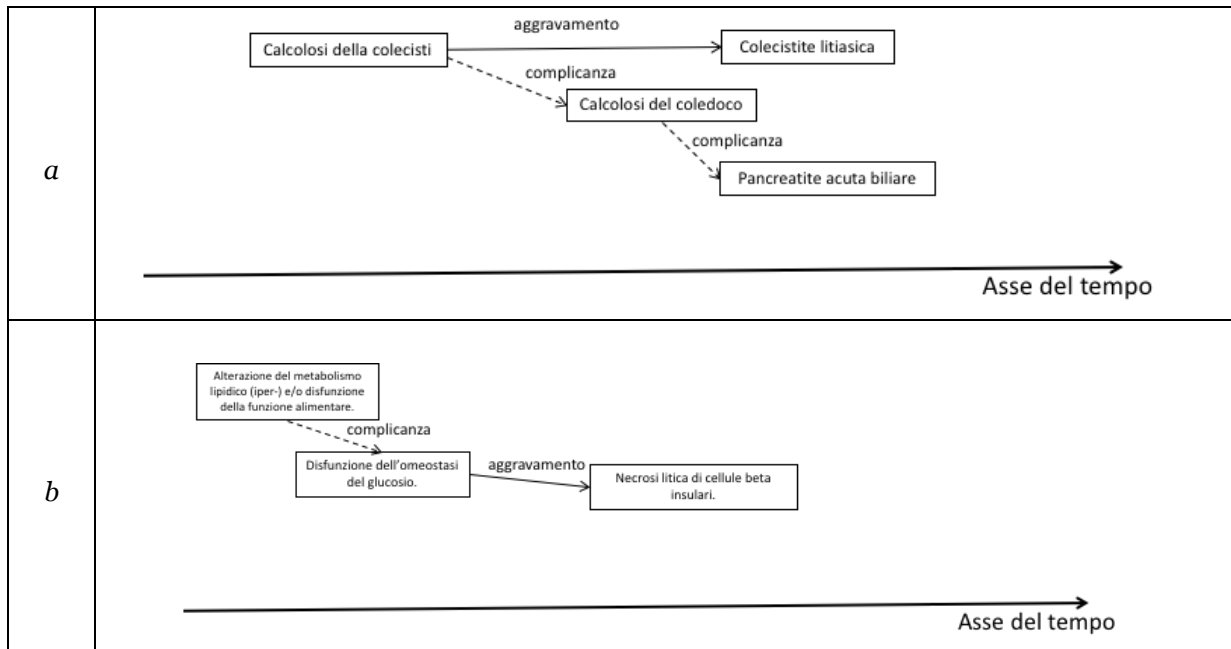
- fisiopatologico: disfunzione dell'omeostasi del glucosio → necrosi litica di cellule beta insulari;
- semeiotico: iperglicemia → peggioramento dell'iperglicemia;
- clinico: DM2 → DM2 aggravato.

Ciò indica che l'aggravamento fisiopatologico comporta degli aggravamenti negli altri livelli

Dalla visione integrata si possono estrarre viste limitate solo ad alcuni livelli; ciononostante non tutte le possibili viste hanno un senso dal punto di vista didattico.

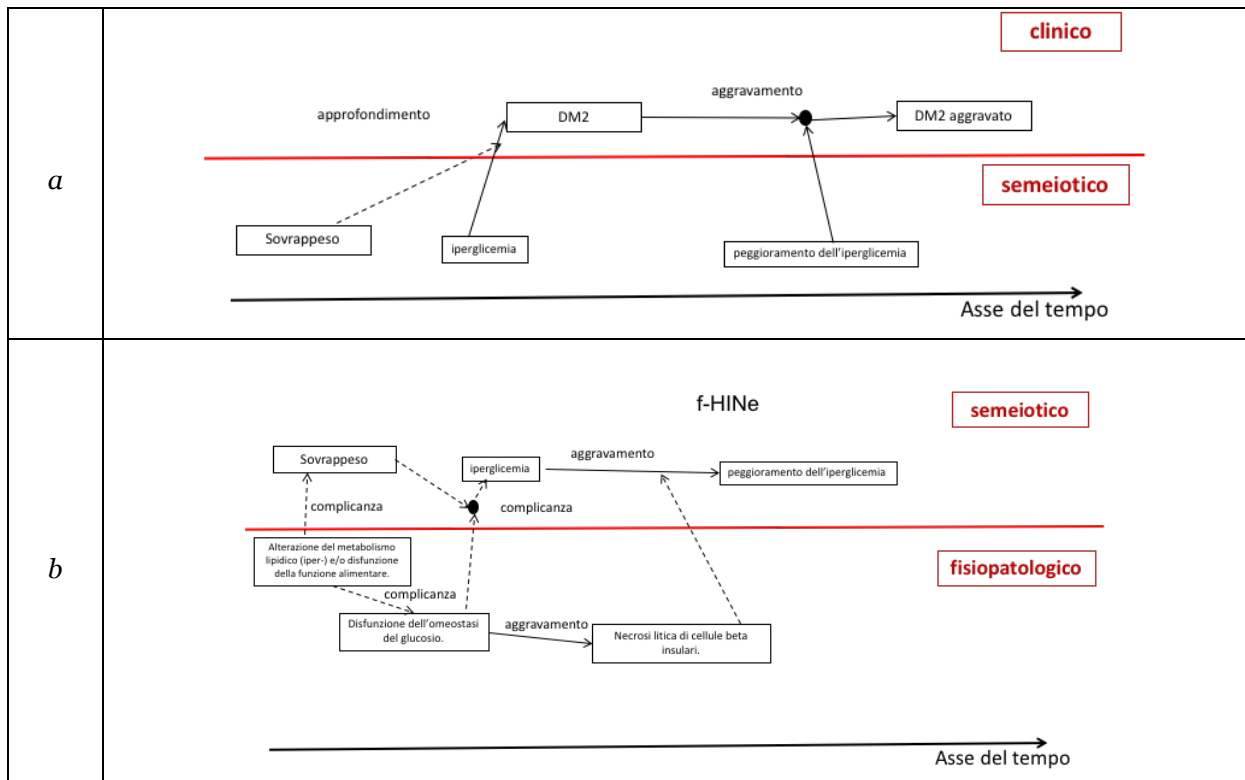
Le viste a un solo livello possono essere composte solo dal livello clinico (es. tab. 9.3.1a) oppure da quello fisiopatologico (es. tab. 9.3.1b).

Tabella 9.3.1 – Le viste con un unico livello



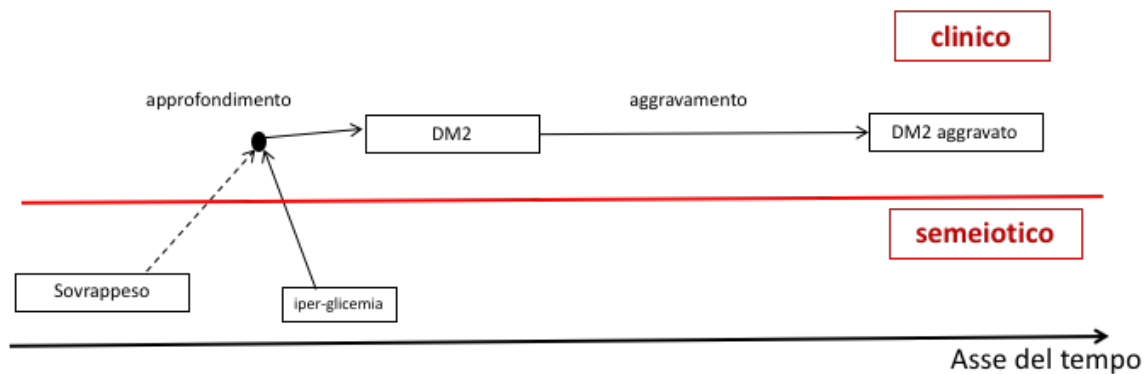
Le viste composte da due livelli possono essere composte da fisiopatologico + semeiotico (es. tab. 9.3.2a) oppure da clinico + semeiotico (es. tab. 9.3.2b).

Tabella 9.3.2 – Le viste con due livelli



Ad esempio, una vista che risulta più consona al modo di vedere di un MMG che segue il caso clinico, è mostrata in fig. 9.3.2 ove si considerano solo i livelli clinico + semeiotico; tale vista necessita di alcune modifiche rispetto alla visione integrata.

Figura 9.3.2 – La vista per il ragionamento clinico-diagnostico



Nell'esempio di fig. 9.3.2 l'HI sintomo “peggioramento dell'iperglicemia” scompare, ma viene inserito nella scheda di HI “DM2 aggravato”. In altre parole: l'iperglicemia dopo la diagnosi di DM2 “scompare” dall'evoluzione del problema clinico (diagnosi DM2), ma in HIN essa continua ad esistere (e infatti viene correttamente riportata nella scheda del corrispondente HI sul piano clinico).

Dal punto di vista della marcatura ciò si traduce nel fatto che dopo lo sparo dell'approfondimento (arco intero) la sua marca non esiste più in quanto si trasferisce a “DM2”. Invece nella fig. 9.3.1 (visione integrata) l'iperglicemia è legata a DM2 da un'evoluzione di tipo complicanza (arco tratteggiato), per cui la marca in “iperglicemia” resta anche dopo lo sparo verso DM2, e scompare solo dopo lo sparo di aggravamento (arco intero) che porta a peggioramento dell'iperglicemia.

La visione integrata a tre livelli dà origine a vari tipi di osservazioni e quindi a quesiti per i discenti, che necessitano dell'uso di specifiche viste per la presentazione della risposta corretta, ad esempio:

- La domanda “sovrappeso+iperglicemia sono segni del DM2; aggravandosi il DM, quale segno risulta cambiato? In che modo?” ha come risposta “iperglicemia che si è aggravata”. Tale risposta può essere presente nella scheda associata a “DM2 aggravato”, oppure mostrata con una vista (con i livelli clinico + semeiotico) estratta dalla visione integrata (tab. 9.3.2a).
- La domanda “qual è la causa dell'aggravamento dell'iperglicemia?” ha come risposta “l'aggravamento da disfunzione dell'omeostasi del glucosio (→) necrosi litica di cellule beta insulari”. Tale risposta è mostrata con la vista, basata sui livelli fisiopatologico + semeiotico, di tab. 9.3.2b.

Si può concludere che la visione integrata è visibile solo al “manager” (medico docente) del caso clinico. Questa visione offre dei vantaggi in quanto segni / sintomi hanno una loro storia

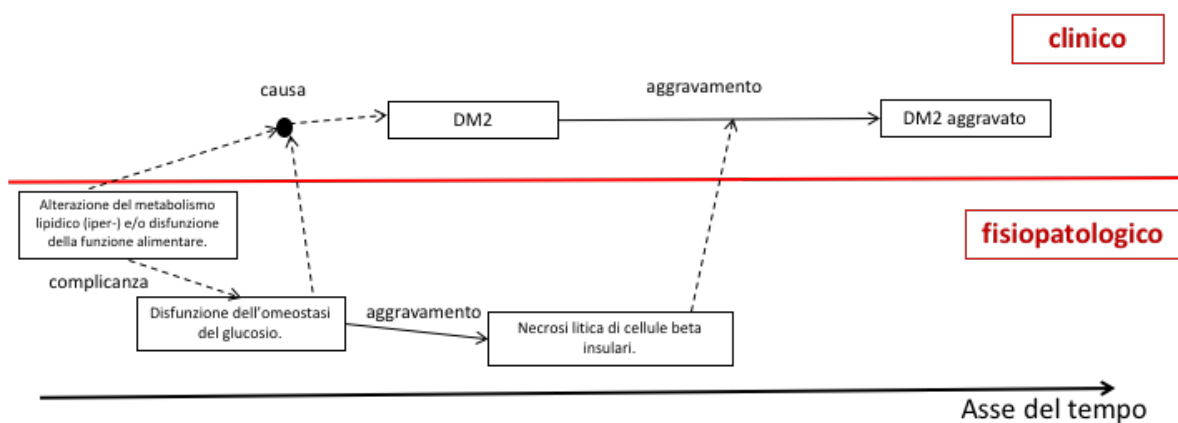
ed evolvono nel tempo, anche se non interessa evidenziarli nel diagramma della storia clinica: dopo la diagnosi nella storia clinica, interessa infatti come evolve la diagnosi (l'evoluzione dei sintomi è nella scheda relativa alla diagnosi).

Si hanno quindi due viste con scopi differenti, e questo implica una differente natura nel legame evolutivo “segno → diagnosi” a seconda del tipo di vista (natura dell'arco, legato all'esistenza della marca che scompare o no). Cambiano quindi i tipi di evoluzione e le tipologie degli archi; ad esempio:

- fig. 9.3.1: iperglicemia+sovrappeso → DM2 sono archi tratteggiati (complicanza);
- fig. 9.3.2: iperglicemia+sovrappeso → DM2 sono rispettivamente arco intero (approfondimento) in presenza di uno tratteggiato (fattore di rischio).

È possibile anche una vista composta dai livelli fisiopatologico + clinico eliminando il livello semeiotico, con una riscrittura delle evoluzioni (es. 9.3.3).

Figura 9.3.3 – La vista con livelli clinico + fisiopatologico



Al discente si può offrire anche la vista completa, comprendente tutti e tre i livelli in questione: in questo caso la vista deve tener conto del fatto che i segni non interessano (il che comporta l'eliminazione della marca) dopo l'individuazione di una diagnosi / ipotesi diagnostica per approfondimento / aggravamento.

Ne segue che la vista a tre livelli per il discente è la fig. 9.2.2, differente dalla visione integrata (fig. 9.3.1): è necessario quindi dare delle regole di conversione dalla visione integrata ad una vista estratta da essa.

In primis, la conversione implica che gli HI dei segni/sintomi scompaiono come HI dalla vista, ma non la loro “presenza”: gli HI del livello semeiotico sono infatti riportati nelle schede degli HI clinici nel campo “sintomatologia”, ove sono presenti tutte le informazioni sintomatologiche proprio perché non tutti questi elementi sono rappresentati nel diagramma come nodi HI; vi può quindi essere una ripetizione proprio per l'importanza che essi giocano nel ragionamento medico.

Un discorso a parte vale per i disturbi (ad es. sovrappeso) in quanto, sebbene inseriti tra gli HI a livello semeiotico, sono delle condizioni che possono essere anche fisiopatologiche

(descritte, in generale con il termine del tipo “iper” di una struttura); ad esempio il termine “sovrappeso” è inteso come “segno”, ma di suo è anche una condizione fisiopatologica.

Questo implica che nella vista per il ragionamento clinico (es. fig. 9.3.2) questo tipo di HI di tipo disturbo rimane; analogamente rimane l'HI iperglicemia che, insieme al sovrappeso e grazie all'evoluzione approfondimento, avvia il percorso diagnostico-terapeutico dovuto a HI DM2. Chiaramente in tale vista il medico docente può sempre decidere quali HI di livello semeiotico devono rimanere nella vista, invece di comparire solo nelle schede.

Per ottenere la conversione dalla visione integrata ad una vista ben specifica occorrono inoltre delle regole di conversione che tengano conto dell'obiettivo didattico specifico della vista stessa: le regole di conversione si specializzano infatti per i vari tipi di riduzione delle viste. L'uso delle regole di conversione va solo nel verso dalla versione estesa a quella ridotta, per esempio da fig. 9.3.1 a fig. 9.3.2, ma non viceversa; il passaggio inverso non interessa in quanto la costruzione (inserimento, cancellazione, etc.) del diagramma avviene a livello di visione integrata ad opera del medico docente, manager del caso clinico.

Un esempio di insieme di regole (anche se incomplete e imprecise) è offerto dalla conversione dalla visione integrata di fig. 9.3.1 alla vista di fig. 9.2.2:

- Si cambiano tutte le evoluzioni trans-livello di tipo “complicanza” provenienti gli HI del livello semeiotico in evoluzioni di tipo “approfondimento”, lasciando le HI di tipo “disturbo” come co-morbidità. Nel caso in esame l'evoluzione che porta a DM2 si cambia da complicanza ad aggravamento, lasciando sovrappeso come co-morbidità:
Sostituisci X.tipo di evoluzione = “complicanza” con “approfondimento” da
 $input(X).livello = \text{“semeiotico”} \wedge output(X).livello = \text{“clinico”}$ ECCETTO
 $input(X).tipo = \text{“disturbo”} \vee X = \text{“evoluzione”}$
- Si eliminano tutti legami a livello semeiotico che non riguardano un HI di tipo “disturbo”. Nel caso in esame si elimina l'evoluzione aggravamento tra gli HI “iperglicemia” e “peggioramento dell'iperglicemia”:
Elimina X.tipo di evoluzione = “aggravamento” WHERE $input(X).tipo = \text{NO “disturbo”}$
 $\wedge input(X).tipo = \text{NO “disturbo”} \wedge input(X).livello = \text{“semeiotico”} \wedge$
 $out(X).livello = \text{“semeiotico”} \vee X = \text{“evoluzione”}$
- Si eliminano dal livello semeiotico tutti gli HI, tranne quelli di tipo “disturbo” o con caratteristica “iniziale” (ossia che siano collegati a un nodo iniziale del livello clinico). Nel caso in esame rimangono solo gli HI “sovrappeso” e “iperglicemia”:
Elimina X.livello = “semeiotico” ECCETTO (X.nodo = “iniziale” \wedge X.tipo = “disturbo” \wedge X.collegate = X.livello = “clinico”) $\vee X = \text{“nodo”}$

10. La relazione tra i modelli del progetto HIN ai fini dell'obiettivo formativo

Come già mostrato nella fig. 4.1.1, i modelli presentati nei capitoli precedenti sono strettamente correlati tra di loro secondo una ben precisa logica.

A titolo di esempio di tale correlazione viene presentato l'uso di HIN per individuare il caso clinico che corrisponde all'obiettivo didattico:

1. Il medico definisce il caso di studio costruendo uno scenario in cui elenca i problemi di salute e la loro sequenza/evoluzione;
2. Il medico definisce la rete dei problemi generando una f-HIN che descrive il caso di studio utilizzando un formalismo «semplificato»;
3. La f-HIN viene trasformata in HIN, basato sul formalismo delle reti di Petri, al fine di generare la query per interrogare la cartella clinica e per definire, oltre alla rete, anche le regole di evoluzione della rete stessa. Le regole di generazione della query dipendono non solo dal tipo di DBMS (generalmente SQL), ma anche dal suo modello logico (tabelle, viste, ecc.). Il risultato è un insieme di pazienti la cui esperienza clinica (o sotto-esperienza) rientra nel caso di studio definito dal medico.
4. Il medico sceglie, fra i casi estratti dalla cartella, quello che intende usare come caso specifico.
5. La sequenza dei problemi di salute del caso clinico scelto dal medico viene tradotta in una rete f-HINe che contiene non solo la sequenza desiderata dal medico in fase di definizione dello scenario, ma anche tutto un insieme di patologie che il paziente può avere (legate o meno al caso di studio) e che non sono state considerate nello scenario iniziale.
6. La rete viene rifinita dal medico che può, ad esempio, eliminare problemi di salute non legati allo scenario principale. Il medico lavora sulla f-HINe, generandone una aggiornata.
7. La rete f-HINe viene trasformata in HINe, ovvero l'equivalente ma utilizzando il formalismo delle reti di Petri, per verificare che il caso candidato e descritto dalla rete HINe rispecchi effettivamente la sequenza descritta dalla rete HIN di riferimento.

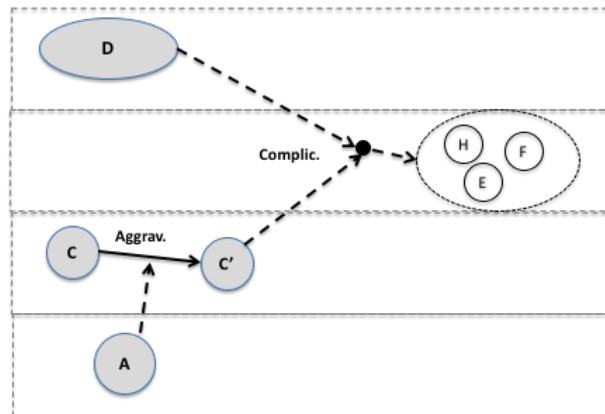
Lo scopo finale è quello di pervenire alla definizione di casi studio basati su casi reali/realistici, da poter essere implementati in un contesto educativo e formativo (CBL).

L'esempio di seguito descritto è relativo all'insufficienza renale cronica. L'obiettivo formativo che si prefigge il medico docente è 'prevedere, individuare e gestire le complicanze dopo chirurgia maggiore di pazienti con insufficienza renale cronica AND (OR) insufficienza cardiaca cronica aggravate dall'intervento'.

10.1 Il diagramma f-HIN

Il medico docente formalizza il quesito posto realizzando il diagramma f-HIN di fig. 10.1.1.

Figura 10.1.1 – L'evoluzione astratta dell'obiettivo formativo rappresentata con f-HIN per persona generica



La fig. 10.1.1 si interpreta come segue:

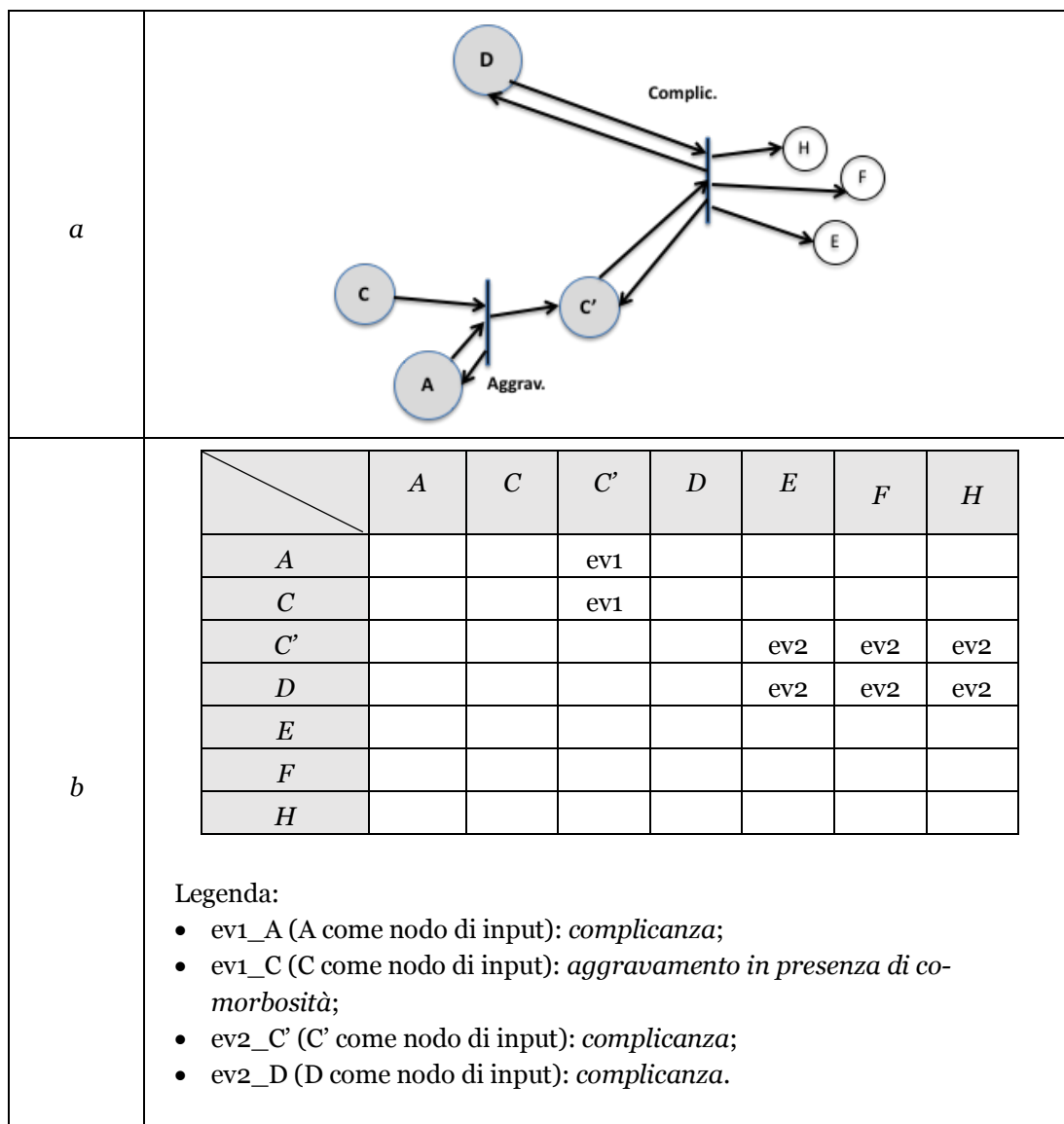
- ID=A: stenosi del sigma (STEN_SIGMA);
- ID=C: insufficienza cardiaca cronica (ICC); PS(patient summary)²⁷= iniziale decremento cognitivo, che configura un quadro di pre-demenza (PRE-DEM);
- ID=C': insufficienza cardiaca cronica (ICC). RIF=C, gravità=peggiorata;
- ID=D: insufficienza renale cronica (IRC);
- ID=E: versamento pleurico (VPLEU);
- ID=H: edemi declivi diffusi;
- ID=F: versamento peritoneale (VPERIT).

10.2 Il grafo HIN

Il grafo HIN che modella la situazione clinica che corrisponde all'obiettivo formativo è presentato in fig. 10.2.1a.

²⁷ Cfr. Allegato 2.

Figura 10.2.1 – L'evoluzione astratta dell'obiettivo formativo rappresentata con HIN per persona generica



Le tre singole complicanze che danno origine agli HI E, F, H sono rappresentate da un'unica complicanza che ha tre archi di uscita, ognuno dei quali termina su un solo HI.

È interessante in questo caso rappresentare anche la matrice di evoluzione M introdotta nel par. 6.4 (fig. 10.2.1b).

Nella diagonale principale non vengono riportate le evoluzioni complicanza ev1_A, ev2_C' ed ev2_D.

La traccia di M è pari a 0, in quanto non sono presenti evoluzioni di tipo ricorrenza. Anche il rango di M è pari a 0: nessuna delle due evoluzioni ha infatti un unico HI in input; ciò viene confermato anche dal fatto che nessuna delle colonne di M riporta un'unica evoluzione.

Infine, la sequenza evolutiva $\langle ev1; ev2 \rangle$ grazie alla matrice di evoluzione può essere rappresentata come segue (evidenziando sia tutti gli HI partecipanti, sia anche l'ordinamento temporale tra di essi): $\langle (A, C) - C'; (C', D) - (E, F, H) \rangle$.

10.3 La query

Per preparare la query da implementare nell'EHR del MMG occorre:

1. Individuare la sequenza di transizione:

La marcatura iniziale è: $M_i = [A=1; C=1; C'=0; D=1; E=0; F=0; H=0]$.

In questo esempio il grafo delle marcature raggiungibili è costituito da un unico cammino, composto da due transizioni.

La marcatura finale è: $M_f = [A=1; C=0; C'=1; D=1; E=1; F=1; H=1]$.

Pertanto la sequenza di sparo è: $\langle \text{aggravamento}; \text{complicanza} \rangle$, che espressa in termini HI diventa $\langle (C, A) - C'; (D, C') - (E, F, H) \rangle$.

2. Individuare i vincoli per la query:

La sequenza di transizioni va espressa in termini di vincoli temporali e diventa:

$\{ t_{C'} > t_C; t_C > t_A; t_H > t_{C'}; t_E > t_{C'}; t_F > t_{C'}; t_E > t_D; t_F > t_D; t_H > t_D \}$.

A questi vincoli temporali vanno aggiunti i vincoli temporali espressi graficamente nel diagramma f-HIN: $t_A > t_C; t_C > t_D; t_E > t_H; t_F > t_E$.

Questi vincoli temporali indicano un ordinamento parziale tra HI: (C, D), (D, A), C', H, E, F. Nessun ordine esplicito è infatti definibile tra C e D, né tra A e D. Tutti questi vincoli temporali esprimono inoltre le condizioni per la query; se si usa SQL, questi vincoli, in AND fra loro, compongono parte della clausola 'where'.

Il risultato della query su EHR del MMG dà come risultato "Mario".

La sua cartella clinica anonimizzata, relativamente al periodo dell'evoluzione temporale definita, riporta quanto segue.

"Mario, uomo di 76 anni, è da tempo portatore di una insufficienza renale cronica (IRC). A seguito dell'insorgenza di due episodi di infezione urinaria, l'IRC è peggiorata.

Mario ha anche una insufficienza cardiaca cronica (ICC) e un iniziale decremento cognitivo, che configura un quadro di pre-demenza (PRE-DEM).

Due mesi fa Mario ha presentato un episodio di sub-occlusione, che ha richiesto il ricovero. Le indagini hanno rivelato una stenosi del sigma (STEN_SIGMA) da diverticolosi (DIVERT), per la quale è stato effettuato un intervento di resezione del sigma. In seconda giornata postoperatoria è insorto un edema polmonare da insufficienza cardiaca acuta (ICA), risolto dalla terapia d'urgenza.

L'episodio acuto ha però causato un aggravamento dell'insufficienza cardiaca cronica, che in associazione all'insufficienza renale ha causato

una condizione di edemi declivi diffusi e versamento pleurico (VPLEU) e peritoneale (VPERIT)”.

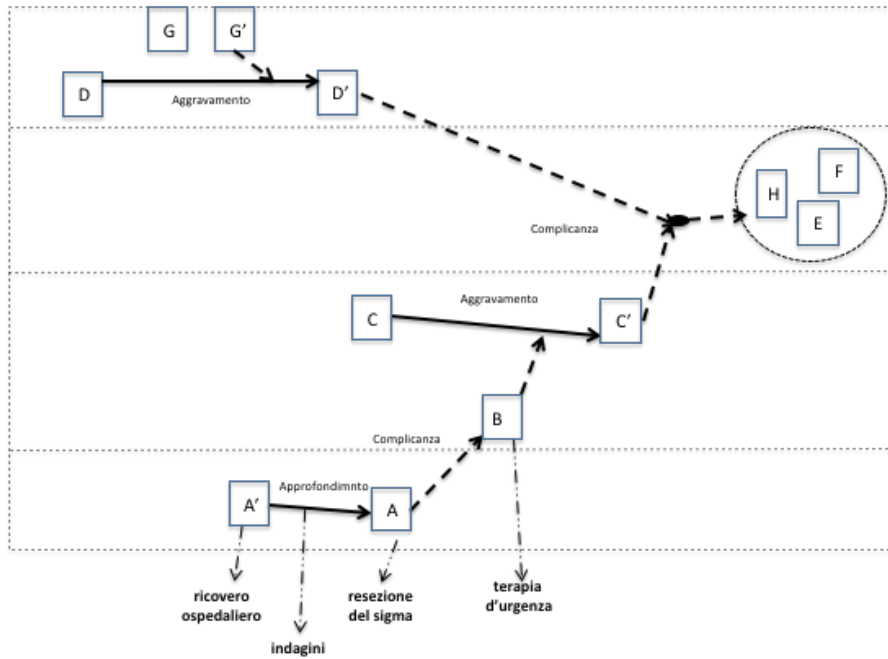
È fondamentale in questo step sottolineare che, avendo impostato la query partendo da una sequenza “definita a tavolino”, si è ottenuto un caso reale (anonimizzato) che, oltre agli health issues pre-definiti, ne presenta altri che verosimilmente “arricchiscono” l’iniziale sequenza didattica, sebbene nella costruzione di quest’ultima non fossero stati contemplati (o immaginati).

10.4 Il diagramma *f-HINE*

L’evoluzione dello stato di salute del paziente (come riconosciuto dal medico curante) è rappresentata in termini di *f-HINE* in fig. 10.4.1, e si interpreta come segue:

- ID=A’: sub-occlusione,
- ID=A: stenosi del sigma (STEN_SIGMA) da diverticolosi (DIVERT),
- ID=B: edema polmonare da insufficienza cardiaca acuta (ICA), stato=concluso,
- ID=C: insufficienza cardiaca cronica (ICC); PS= iniziale decremento cognitivo, che configura un quadro di pre-demenza (PRE-DEM),
- ID=C’: insufficienza cardiaca cronica (ICC). RIF=C, gravità=peggiorata,
- ID=D: insufficienza renale cronica (IRC),
- ID=D’: insufficienza renale cronica (IRC), RIF=D, gravità peggiorata,
- ID=E: versamento pleurico (VPLEU),
- ID=F: versamento peritoneale (VPERIT),
- ID=G: infezione urinaria,
- ID=G’: infezione urinaria, RIF=G, n=2 (indica la seconda ricorrenza dell’infezione urinaria, ossia che i due episodi di infezione urinaria sono due diversi problemi),
- ID=H: edemi declivi diffusi.

Figura 10.4.1 – Il diagramma f-HINE del paziente 'Mario'

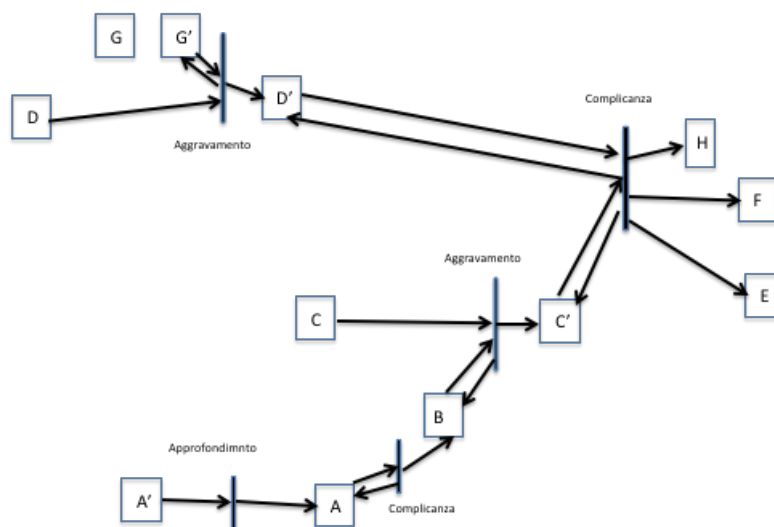


In fig. 10.4.1 sono rappresentate le terapie (es. resezione del sigma) e i contatti (es. ricovero ospedaliero), elementi non presenti nel modello f-HIN: lo scopo è appunto mostrare come dall'evoluzione di un HI si può desumere il percorso di cura seguito dal paziente.

10.5 Il grafo HINE

L'equivalente grafo HINE è rappresentato in fig. 10.5.1.

Figura 10.5.1: Il grafo HINE del paziente 'Mario'



10.6 La scelta

Le riscritture (basate sulle regole di riscrittura di HIN, a loro volta fondate sulle grammatiche delle PN) usano il confronto delle marcature iniziale e finale tra caso generico e caso reale. Per il caso reale²⁸:

- La marcatura iniziale è: $M_i = [A=0; C=1; C'=0; D=1; E=0; F=0; H=0; A'=1; B=0; D'=0; G=1; G'=1]$.
- La marcatura finale è: $M_f = [A=1; C=0; C'=1; D=0; E=1; F=1; H=1; A'=0; B=1; D'=1; G=1; G'=1]$.

Le differenze, verificate interattivamente dal medico docente, sono:

- La marcatura iniziale del caso generico presenta $A=1$ ed assenza di A' , mentre il caso reale ha $A=0$ e $A'=1$. Questo non costituisce un problema, perchè il docente parte da una diagnosi nota e non da accertare, al contrario del medico che indica per primo un'ipotesi diagnostica che va poi approfondita.
- La marcatura finale del caso generico presenta $D=1$ ed assenza di D' , mentre il caso reale ha $D=0$ e $D'=1$. Questo non costituisce un problema, perchè il caso reale presenta un aggravamento, rimanendo invariato il codice della diagnosi.
- Gli health issue B e G possono non essere presi in considerazione, in quanto giocano il ruolo di fattori complicanti.

Ne segue che la riscrittura del grafo HINe si basa sulla eliminazione di transizioni e health issue:

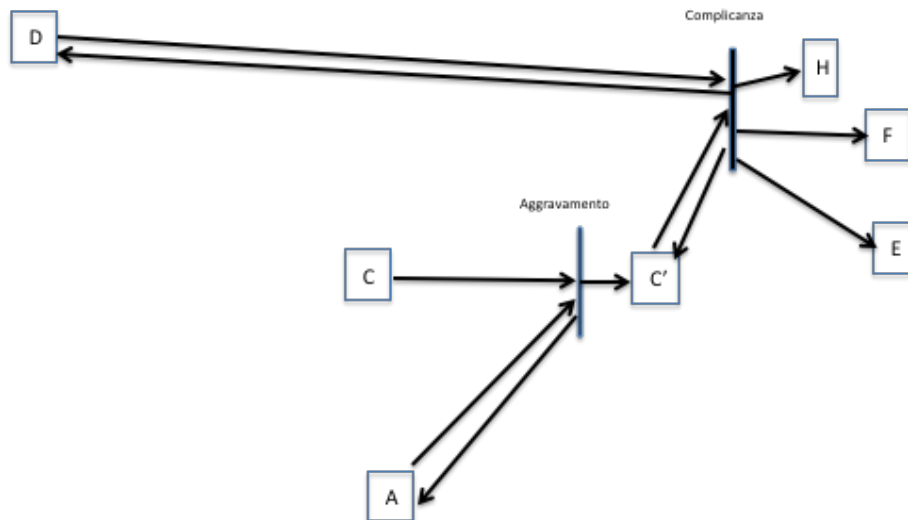
- $\langle A' - A; A - B \rangle$ diviene $\langle A - B \rangle$ [la sequenza approfondimento-complicanza si riduce in complicanza];
- $\langle A - B; (C, B) - C' \rangle$ diviene $\langle (A, C) - C' \rangle$ [la sequenza complicanza-aggravamento con complicanza si riduce in complicanza];
- $\langle G - G' \rangle$ diviene G [si elimina la ricorrenza];
- $\langle (D, G) - D' \rangle$ diviene D [si elimina l'aggravamento con complicanza; infatti D e D' hanno lo stesso codice, trattandosi di un peggioramento].

Dal confronto dei grafi HIN e HINe riscritto risulta che il caso 'Mario' è un possibile caso candidato a essere la base per CBL (fig. 10.6.1).

²⁸ La marcatura è fittizia in HINe e serve solo per l'equivalenza.

Il $G=1$ alla fine è una scelta legata alla presenza di G anche dopo la presenza di G' , in quanto dovrebbe andare a 0 solo se ci fosse stato un aggravamento, un approfondimento, un miglioramento. Discorso analogo per $G'=1$ all'inizio.

Figura 10.6.1 – Il grafo HINe, ridotto, del paziente 'Mario'



Si noti che l'health issue stenosi del sigma (A) risulta co-morbosità dell'aggravamento di insufficienza cardiaca cronica (C), senza il passaggio che la A si sia complicata nell'health issue edema polmonare da insufficienza cardiaca acuta (B), il quale a sua volta funge da co-morbosità nell'aggravamento di C: si potrebbe porre questo vincolo nella f-HIN ma sarebbe molto limitante rispetto alla possibilità che la query trovi almeno una cartella clinica.

11. Discussione

La formazione di un medico richiede non solo l'acquisizione di una gran quantità di conoscenze tecnico-professionali, ma anche lo sviluppo della capacità di usare queste conoscenze nei contesti tipici della professione, per risolvere i problemi tipici ad essa collegati. Mentre i metodi didattici tradizionali (lezioni, libri di testo) si dimostrano efficaci quanto al primo fine, sono assolutamente inefficaci quanto al secondo fine.

La "competenza professionale" è definita come la capacità di usare l'insieme delle conoscenze, delle abilità manuali e tecniche e delle attitudini che costituiscono il bagaglio di un buon medico e si acquisisce solo con l'esercizio riflessivo di attività professionali, accompagnato dallo studio personale e di gruppo e da altre attività formative strutturate che guidino lo sviluppo graduale dei diversi elementi della competenza stessa. La sola esposizione alla "pratica" non è sufficiente a garantire lo sviluppo "per imitazione" della competenza, o lo è in modi e con tempi imprevedibili, incompatibili col modello attuale di studio universitario.

È mutato inoltre il rapporto che i medici hanno con i loro pazienti, un rapporto ora di alleanza, fondato sulla comunicazione trasparente e sul rispetto: pertanto non è più accettabile che lo studente o il giovane medico in formazione post-laurea faccia le sue prime prove sul paziente, non solo per le tecniche ma anche per i processi decisionali. Tutto ciò motiva la diffusione sempre più ampia delle diverse forme di simulazione, non solo per l'apprendimento delle tecniche, ma anche per la pratica dei processi di ragionamento, attraverso l'uso di casi clinici simulati in ambiente elettronico. Queste simulazioni offrono un ambiente sicuro ed efficace di prova per le capacità di ragionamento. I casi simulati hanno ovviamente anche limitazioni, essendo solo imitazioni della reale complessità. Una delle limitazioni maggiori è la difficoltà di rappresentare le lunghe e complesse evoluzioni temporali dei processi di cronicità e poli-patologia, che però sono così caratteristici e rilevanti nell'attuale popolazione italiana. Il sistema HIN nasce proprio per affrontare questa criticità, offrendo una metodologia per estrarre e rappresentare casi tipici dell'ambiente della medicina generale, in cui le cartelle sono orientate ai problemi.

L'approccio didattico adottato come contesto dal sistema HIN è denominato Case-Based Learning (CBL: apprendimento basato sui casi). Il CBL non è il semplice studio di un caso clinico, ma un insieme di metodi didattici attivi che hanno come comune denominatore l'uso di un caso clinico come elemento centrale. Nelle attività di CBL il discente è chiamato a compiere diverse possibili azioni:

- riconoscere le informazioni rilevanti, discernendole da quelle di contesto o irrilevanti;
- formulare ipotesi;
- correlare informazioni e ipotesi in maniera logica e argomentata;
- pianificare azioni a fini preventivi, diagnostici, prognostici, terapeutici e riabilitativi;
- controllare il risultato delle proprie scelte rispetto agli esiti attesi;
- giustificare le proprie scelte rispetto alle indicazioni provenienti dalla letteratura scientifica e dalle linee guida;
- riconoscere l'evoluzione temporale dei problemi identificati e le loro mutue interazioni;

- gestire la complessità delle interazioni dei tanti determinanti personali, sociali, culturali, economici ed organizzativi.

Tutto ciò avviene in un contesto didattico strutturato, che offre assistenza al processo di apprendimento.

11.1 Il ruolo di HIN

L'attuale transizione epidemiologica legata all'aumento dell'aspettativa di vita e dell'incidenza di malattie e disabilità croniche nelle società occidentali è stato chiamato transizione epidemiologica [O 2005] e implica che al giorno d'oggi i medici devono fornire assistenza sanitaria nel tempo a pazienti con malattie croniche multiple e, possibilmente, con un'acuta condizione concomitante. Questo implica che il concetto di tempo sia presente negli attuali modelli di ragionamento clinico; purtroppo ciò non accade [C 2009], poiché i metodi di ragionamento medico si concentrano sul processo cognitivo di diagnosi e non affrontano il problema di come le condizioni mediche si evolvono nel tempo nella storia clinica di un paziente e come ogni condizione interferisce con l'evoluzione delle altre condizioni coesistenti. Sono infatti state condotte poche ricerche su metodi di insegnamento / apprendimento per migliorare la capacità di gestire la multimorbilità nel tempo [S 2000], mentre articoli molto citati o più recenti sul ragionamento clinico trattano generalmente di condizioni acute o di emergenza [E 2005].

Nella rappresentazione di una storia clinica di un paziente con f-HIN il tempo gioca un ruolo fondamentale in quanto rappresentare l'evoluzione con le PN significa rappresentare le evoluzioni in termini di causa effetti [R 1192]. Grazie a HIN è quindi possibile comprendere come si è evoluto nel tempo un problema clinico e quando e quali condizioni hanno favorito l'evoluzione stessa.

Il sistema HIN (Health Issues Network) si propone di rappresentare la rete che si costituisce fra i problemi di salute di una persona, sia per la formulazione e guida alla soluzione di quesiti didattici che come base logica per la realizzazione di un sistema semi-automatico di estrazione dei dati da cartelle cliniche elettroniche, a fini formativi²⁹.

Nel caso di estrazione di casi clinici, in modo schematico il processo prevede le attività di:

1. Definizione di un obiettivo formativo.
2. Rappresentazione del "tipo di caso" utile per l'obiettivo definito. La rappresentazione avviene attraverso l'uso di un semplice simbolismo grafico.
3. Estrazione dalla cartella clinica orientata ai problemi dei casi che hanno le caratteristiche richieste. L'estrazione avviene in modo semi-automatico, sulla base del modello simbolico specificato in precedenza.
4. Revisione dei casi estratti per:
 - a. controllarne la reale corrispondenza, interesse ed utilità;
 - b. evidenziare i legami logici tra i problemi e le attività. Questa attività viene svolta dall'utente che prepara il caso ma è assistita dal sistema.

²⁹ Cfr. Allegato 1.

5. Inserimento dei casi nel sistema formativo, che gestirà l'interazione con il discente. L'interazione sarà tanto più potente, quanto più la struttura logica interna del caso è stata resa esplicita attraverso l'attività indicata al punto 4b.

Lo scopo finale è quindi fornire in modo rapido ed economico la base di dati clinici per lo sviluppo di esercizi di Case-Based Learning utilizzando le EHR di MMG [RCal 2016].

Un obiettivo formativo specifico è il risultato di apprendimento atteso alla fine dell'attività formativa. È formulato con una frase composta da un verbo, un contenuto e un contesto. Date le premesse pedagogiche esposte in precedenza, i seguenti sono esempi di possibili obiettivi pertinenti per il sistema HIN³⁰:

1. **riconoscere**, in un caso di paziente diabetico, le informazioni rilevanti ai fini della valutazione dell'evoluzione della condizione;
2. **formulare** ipotesi diagnostiche nel quadro sintomatologico di prurito cronico presentato in un caso;
3. **correlare** i dati clinici di riacutizzazione e le ipotesi di fattori concausali in maniera logica e argomentata in un caso di paziente con BPCO;
4. **pianificare** i controlli periodici per un paziente a rischio di problemi alcol-correlati;
5. **giustificare** l'indicazione alla terapia anti-ipertensiva rispetto alle indicazioni provenienti dalla letteratura scientifica e dalle linee guida;
6. **riconoscere** l'evoluzione temporale dei problemi e le loro correlazioni in un paziente con sindrome metabolica;
7. **riconoscere** le interazioni dei diversi determinanti socio-culturali in un caso di paziente con malattia rara.

La descrizione dell'evoluzione dello stato di salute di un paziente reale durante lo svolgimento di un piano diagnostico terapeutico permette di utilizzare il diagramma f-HINe e il relativo grafo HINe per porre quesiti e definire esercizi sul ragionamento clinico al fine di aiutare il discente a definire un suo modo di ragionare e quindi a testarlo: grazie infatti al diagramma f-HINe è possibile operare su un caso reale in termini di formulazione d'ipotesi diagnostiche, di riconoscimento dell'evoluzione del problema clinico, di correlazione fra problemi clinici, di riconoscimento di fattori di rischio, etc.

Ad es. l'analisi del grafo HIN e anche dell'eventuale grafo di raggiungibilità permettono di studiare:

- se una data marcatura (stato di salute del paziente) appartiene all'insieme di quelle raggiungibili dallo stato iniziale (proprietà di raggiungibilità);
- se uno stato di salute è raggiungibile da uno fissato (proprietà di copertura);
- se una data evoluzione di uno stato di salute può essere abilitata e da quali stati di salute, oppure il caso contrario per il quale un dato stato non può mai essere raggiunto (proprietà di vivezza);

³⁰ i verbi sono in grassetto, i contenuti sono sottolineati, il resto della frase rappresenta il contesto.

- se è possibile risalire allo stato di salute iniziale qualsiasi sia lo stato a cui ci si trova (proprietà di reversibilità).

Per poter utilizzare i casi a scopo didattico è necessario prevedere dei “mandati di lavoro”, cioè delle attività specifiche che i discenti devono svolgere con il materiale proposto. Quest'ultimo è rappresentato da una delle possibili viste sui dati clinici del caso selezionato e revisionato. Il mandato molto spesso ha la forma di una domanda alla quale si deve trovare risposta.

Qui di seguito si propone una classificazione dei “tipi” di domanda, insieme a qualche esempio svolto su un caso specifico. Si ricorda che le domande sono relative soltanto all'evoluzione dello stato di salute della persona specifica e hanno lo scopo di far ragionare il discente su come evolve una malattia in presenza di vari stati morbosi. In tale situazione il caso reale permette al discente di formulare concreti ragionamenti: ne segue che il diagramma f-HINe è lo strumento idoneo per formulare le domande ed individuare le risposte.

Come esempio sono forniti alcuni tipi di esercizi con HIN:

- ❖ Si fornisce al discente una vista sulla condizione istantanea del paziente al tempo t_x .
 1. domanda: di quale altro HI singolo può essere evoluzione l' HI_x presente al t_x ?
 - svolgimento: il discente elabora una serie di possibili risposte e poi fa “retrocedere” il caso a scoprire quale era l'HI antecedente.
 2. domanda: in quale altro HI può evolvere l' HI_x presente al tempo t_x ?
 - svolgimento: il discente elabora una serie di possibili risposte e poi fa “avanzare” il caso a scoprire qual è stata l'evoluzione.
 3. domanda: di quali HI concomitanti può essere evoluzione l' HI_x presente al t_x ?
 - svolgimento: il discente elabora una serie di possibili risposte e poi fa “retrocedere” il caso a scoprire quali erano gli HI antecedenti concomitanti.
 4. domanda: (dopo aver risposto alla domanda 2) che tipo di evoluzione ha portato l'HI antecedente ad evolvere nell' HI_x presente al t_x ?
 - svolgimento: il discente elabora una serie di possibili risposte e poi fa “retrocedere” il caso a scoprire quale era l'arco di evoluzione fra gli HI antecedenti – eventualmente concomitanti – e l' HI_x presente al tempo t_x .
- ❖ Si forniscono al discente due viste sulla condizione istantanea del paziente, al tempo t_x e t_{x-n} oppure t_{x+n} .
 5. domanda: che evoluzione può aver condotto l'HI (o gli HI) presenti al t_x dalla condizione precedente in t_{x-n} , o a quella successiva in t_{x+n} ?
 6. domanda: quale influenza può aver avuto l' HI_z sull'evoluzione $HI_x \rightarrow HI_{x+/-n}$? (le risposte possibili sono: ininfluente, concomitante, co-morboso).

- svolgimento: in tutti e due gli esercizi, lo svolgimento prevede che il discente formuli una serie di ipotesi e poi le verifichi navigando liberamente nella HIN, per controllare se gli HI che ha ipotizzato siano stati realmente esistenti nel caso specifico proposto.
- ❖ Si fornisce un unico arco evolutivo $HI_x \rightarrow HI_{x+n}$, specificandone solo la durata e un certo numero di altri HI, senza precisare la loro relazione con l'evoluzione $HI_x \rightarrow HI_{x+n}$.
- 7. domanda: che evoluzione può aver condotto l'HI (o gli HI) presenti al t_x dalla condizione precedente in t_{x-n} , o a quella successiva in t_{x+n} ? Ipotizzare la collocazione temporale e la relazione di evoluzione degli HI proposti e i due HI di partenza e termine della storia clinica.
 - svolgimento: in questo esercizio il discente disegna un f-HIN ipotetico e ne verifica la corrispondenza con l'f-HIN reale del caso di studio.

11.2 La valutazione degli studenti

Il modello f-HIN è stato sottoposto ad un test con l'aiuto di 40 studenti del terzo anno della prima facoltà di medicina e chirurgia dell'Università di Roma "Sapienza", nell'ambito del corso di "metodologia clinica 2" che si è svolto durante tutto il I semestre dell'Anno Accademico 2019/2020:

Agli studenti è stato chiesto di svolgere esercizi riferiti a casi clinici reali, presenti sulla piattaforma e-learning. La piattaforma utilizzata è stata Moodle [M], sulla quale sono stati resi disponibili 4 esercizi contenenti rispettivamente casi clinici più o meno complessi rappresentati attraverso f- HIN.

Per il test è stato usato come strumento lo Script Concordance Test (SCT) [CV 2004], quale strumento validato di valutazione della capacità di ragionare sull'incertezza.

L'SCT viene utilizzato nella formazione mediche per valutare la capacità di ragionamento clinico, ed in particolare l'abilità di interpretare le informazioni mediche in condizioni di incertezza proprie delle situazioni reali. L'SCT si caratterizza come segue: (1)

- gli studenti analizzano situazioni cliniche patologiche e scelgono tra opzioni realistiche;
- la risposta evidenzia come l'informazione è stata analizzata per la risoluzione del problema;
- il punteggio tiene conto delle risposte rispetto a quella degli esperti.

L'obiettivo è "misurare" la capacità degli studenti nell'analizzare i dati clinici con quella dei medici esperti in situazioni analoghe.

Il testo, oltre a mostrare la validità del metodo SCT per valutare la capacità degli studenti di orientarsi nell'asse temporale e di valutare il ruolo delle co-morbidità in un'evoluzione, ha anche fornito riscontri positivi nella valutazione degli studenti a fine corso, i quali hanno affermato di aver ottenuto, attraverso l'uso del modello HIN una visione globale della

condizione clinica del paziente in esame e sono riusciti a migliorare la loro capacità di ragionamento clinico sull'incertezza durante l'analisi dei casi reali esaminati.

11.3 HIN e le cartelle cliniche dei medici di medicina generale

Di solito, le EHR dei medici di base sono più sintetiche di quelle ospedaliere, poiché sono destinate a registrare dati clinici longitudinali, per tutta la vita di pazienti complessi. Per questo motivo tali EHR non contengono troppi dettagli e possono anche mancare alcune delle HI; hanno inoltre altri problemi, ad esempio: (i) lo stato di salute dei pazienti e i livelli funzionali non sono sempre riportati esplicitamente; (ii) il ragionamento clinico di un MMG di solito non viene riportato, quindi il processo logico rimane implicito; (iii) non è facile ricostruire i numerosi frammenti di un processo clinico in un quadro complessivo. Questi tipi di EHR contengono più spesso solo elenchi di test diagnostici o prescrizioni di farmaci senza chiarire al lettore qual è stata l'interpretazione dei dati da parte del medico di famiglia, i motivi che li hanno spinti ad iniziare, sospendere o modificare un trattamento e le ragioni per cui è stato eseguito un test di laboratorio o strumentale. Inoltre i sistemi di gestione di cartella clinica, nella maggioranza dei casi, non prevedono il collegamento tra problemi riscontrati in un paziente; in alcuni casi, come nel sistema Millewin® di Dedalus© (versione esperto), vi è la possibilità d'inserire il collegamento tra informazione clinica e problema.

Nel caso di estrazione di "casi grezzi" dal sistema di gestione di cartella clinica (le informazioni cliniche che caratterizzano un episodio di cura come descrizione dell'evoluzione del problema) ai fini di generare casi reali per la formazione medica [RCal 2016] relativamente ad un ben definito problema clinico, è necessario avere un percorso evolutivo. Mancando la registrazione dei collegamenti tra problemi, tale estrazione risulterebbe molto difficile, ma per la formazione medica si può sopperire a tale mancanza in quanto in questo caso l'evoluzione di un problema è nota al medico docente e quindi i problemi da individuare sono noti: è infatti sufficiente che il docente modelli l'evoluzione del problema clinico iniziale, tramite un apposito f-HIN, in tutte le possibili varianti che a lui interessano, per avere la base della query da effettuare su un sistema di gestione di cartella clinica composto da casi reali per ottenere i casi grezzi (ossia i casi estratti dalle cartelle cliniche e resi anonimizzati nel rispetto delle indicazioni del garante della privacy). Partendo infatti dall'HIN, equivalente alla f-HIN del docente, si generano tutti i possibili cammini dal nodo problema iniziale scelto (percorsi evolutivi) e quindi da ognuno di questi percorsi si genera una lista ordinata di problemi clinici: ogni lista ordinata rappresenta la sequenza di un percorso evolutivo (insieme di problemi con relativo ordinamento temporale implicito) che è compatibile con una possibile esecuzione dinamica del sotto-grafo HIN (chiaramente rispettando anche le condizioni di transizione) e quindi può rappresentare la possibile evoluzione di un problema clinico di una ben definita persona.

L'approccio HIN facilita la ricostruzione di collegamenti inespresi tra HI attraverso una rappresentazione temporale della loro evoluzione. HIN consente al progettista educativo di descrivere in modo semplice l'evoluzione dei problemi e le loro connessioni successive. Innanzitutto la combinazione, in HIN, di ordine temporale HI e proprietà PN consente di identificare i casi clinici che soddisfano i requisiti educativi; quindi, la semantica associata al

tipo di HI e alle loro connessioni consente ai discenti di comprendere il ragionamento del medico e quindi il processo logico sviluppato. Il legame tra l’HI e le informazioni cliniche riportate nelle EHR (dati clinici, farmaci, ecc.) forniscono un parallelismo tra la sequenza di HI e la corrispondente sequenza di attività cliniche che generano i dati riportati nell’EHR. Questo porta alla fine a capire il vero percorso di cura definito dal MMG. HIN è stato creato come uno strumento per descrivere l’evoluzione dei problemi usando la semantica semplice relativa al tipo di HI e alle loro evoluzioni. Si ha quindi la base per avere un importante vantaggio atteso è rendere facilmente disponibile la ricchezza dei record dei MMG per scopi didattici.

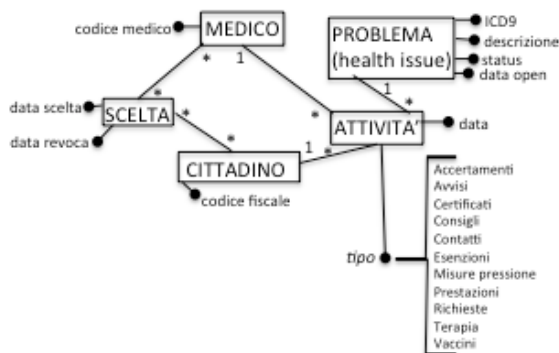
11.4 L’esperienza maturata con Millewin®

Millewin® di Dedalus® è la EHR più diffusa tra i MMG in Italia. Grazie alla collaborazione con Dedalus® è stato possibile effettuare dei test. La prova si basa su cartelle cliniche di MMG in cui ad ogni informazione clinica (es. esame diagnostico, prescrizione, etc.) è associata il relativo problema clinico.

Millewin® (Mille Utilità) è dotato di una finestra [M 2006] in cui è possibile interrogare il database mediante istruzioni SQL per elaborare ricerche personali. Per eseguire le query vengono messe a disposizione delle viste, vale a dire tabelle generate estemporaneamente e che vivono nella memoria volatile del computer.

Uno schema semplificato dei concetti gestiti da Millewin® e che risultano interessanti per HIN è rappresentato, secondo il formalismo preso dai diagrammi di classi di UML [UML 2003], in fig. 11.4.1; per semplicità non sono riportate le etichette delle associazioni per la loro immediata comprensione.

Figura 11.4.1 – Lo schema semplificato di alcuni concetti di Millewin®



I test effettuati su EHR e quindi con Millewin® hanno evidenziato alcune problematiche che attraverso l’analisi e la discussione, anche con MMG, permettono di mettere in evidenza alcuni aspetti:

- A. Dopo che la query ha individuato i cittadini e quindi si ha la presentazione di EHR (eventualmente una parte di EHR) il docente deve sempre guardare il risultato e

- se necessario accedere a parte di EHR anonimizzato per modificare il caso risultato della query, oltre a poter effettuare eventuali verifiche.
- B. Si sono poste le condizioni temporali tra le health issue e può accadere che vi siano ripetizioni (tramite ricorrenza, recidività, etc.) di health issue per cittadini reali. Questo implica una ridondanza delle coppie di health issue, la quale può essere eliminata se come risultato finale si vuole l'elenco dei cittadini, ma che rimane se si vogliono coppie di health issue. Ciò non costituisce un problema in quanto questa sovrabbondanza può essere in seguito eliminata aggiungendo ad esempio vincoli sulla distanza temporale, es. per $t_B > t_A$ si può aggiungere $t_B - t_A = x$ (numero espresso in dimensioni temporali).
- C. Se si vuole prendere un tempo significativo del periodo di validità/esistenza di un health issue, la scelta varia tra:
- tempo d'inizio, quando l'health issue è rilevata per la prima volta;
 - tempo di fine, quando lo stato dell'health issue è cambiato (health issue concluso, modificato, scomparso).
- D. Se basta un solo tempo sarà cura del progettista sceglierlo di volta in volta in funzione della f-HINE; bisogna, però, considerare che quello rilevato per la prima volta (tempo d'inizio) esiste sempre; l'altro (tempo di fine) è incerta in quanto può non esistere (caso scomparso), mentre dovrebbe indicare il momento in cui l'health issue si evolve in un altro health issue oppure si conclude. I tempi delle informazioni cliniche (quando sono state rilevate) sono informazioni associate all'health issue e quindi definiscono il tempo di esistenza dell'health issue stesso.
- E. Nell'evoluzione esiste sempre un ordinamento temporale: se A finisce in C, $t_A < t_C$; se A e A' sono ricorrenti, $t_A < t_{A'}$; se A con B finisce in C, $t_A < t_C \wedge t_B < t_C$ in presenza di qualsiasi condizione tra A e B ($t_A < / = / > t_B$). Per una migliore definizione delle evoluzioni si possono porre condizioni sulle distanze temporali massime e/o minime tra health issue per singoli eventi ossia sull'arco.
- F. Nelle EHR di MMG, l'HI iniziale può essere un sintomo, oppure un segno: questi però potrebbero trovarsi registrati nell'EHR non come problema, e quindi essere riportati in altre sezioni dell'EHR.
- G. La co-morbosità può essere rappresentata graficamente oppure tramite clinical-guard condition presenti nella scheda dell'evoluzione.
- H. Il tempo gioca un ruolo importante in quanto possono essere descritti ordinamenti parziali tra tutti gli HI (o parte di essi); occorre tener conto delle temporal guard-conditions, presenti nelle schede dell'evoluzione.
- I. Per gli eventuali health issue confondenti occorre tener conto dei clinical-guard condition, presenti nella scheda dell'evoluzione.

Esiste infine un problema legato agli HI di tipo iatrogeno. Non sempre questi sono riportati nell'EHR, specialmente se sono la conseguenza di attività svolte al di fuori della medicina di base, ossia se non sono conseguenze dell'operato del MMG.

12. Conclusioni

In questo documento viene proposto un modello descrivere graficamente la storia clinica di un paziente sia per estrarre casi clinici da EHR di MMG che per formulare esempi didattici. L'idea di base e le implicazioni da un punto di vista educativo sono state discusse con esperti della Società Italiana per l'Educazione in Medicina (SIPeM). Il valore principale della generazione di casi clinici da EHR è la disponibilità di un insieme molto ampio di casi complessi, che rappresentano la situazione del mondo reale. Secondo Kolb [K 1984] l'attivazione dell'apprendimento attraverso l'esperienza richiede un processo iterativo in cui si affrontano sfide sempre più difficili. I casi creati ad hoc manualmente dal docente possono essere il punto di partenza, l'insegnamento con un coinvolgimento diretto dello studente è l'obiettivo finale. La gestione di casi complessi e reali, generati automaticamente da EHR è un prezioso obiettivo intermedio [S 2014]. Per supportare questo processo è stata definita una descrizione formale di rete di problemi clinici (HIN) basata sull'impiego delle Reti di Petri, che permette al medico docente di descrivere il suo obiettivo formativo in termini di rappresentazione secondo il modello HIN, e lo supporta nell'estrazione e scelta del caso clinico presente nella EHR del MMG.

HIN si presenta pertanto come un nuovo approccio per migliorare la metodologia CBL ai fini dell'educazione alle scienze sanitarie, nonché uno strumento innovativo per interrogare le EHR orientate ai problemi. HIN mostra infatti il suo potenziale per: (i) definire i dati che dovrebbero essere catturati (quando, da chi) e condivisi (con chi, perché, come codificati); (ii) definire i valori ammessi per un uso significativo per tutti gli attori; (iii) inserire tutto in un formato per sviluppatori (casi esemplificativi e didattici).

Inoltre HIN, basandosi sulle PN e quindi rappresentando i legami causa-effetto alla base dell'evoluzione di un HI, aiuta i discenti, ed in particolare gli studenti, ad un ragionamento clinico che pone attenzione anche al tempo e all'evoluzioni che fanno parte della storia naturale di ogni patologia cronica-degenerativa.

Il modello HIN è stato definito nei suoi elementi caratteristici e fondanti. Altre tematiche idonee a migliorarne l'utilizzo riguardano:

- ✚ le caratteristiche che i diagrammi f-HIN e f-HINe devono possedere per essere well-formed;
- ✚ i criteri per valutare la completezza di un caso clinico estratto, quali ad esempio la rispondenza a linee guida, viste come un riferimento per il docente;
- ✚ le regole di riscrittura di un HIN per verificare la "distanza" tra grafo HIN e grafo HINe;
- ✚ le regole di conversione per generare viste dalla visione integrata;
- ✚ la procedura per generare query SQL dal grafo HIN (e la sua eventuale ottimizzazione) per estrarre casi clinici da EHR di MMG.

Alcune di queste tematiche sono già state impostate nel presente documento come una ulteriore verifica dell'uso e della qualità dei vari modelli presenti nel progetto HIN.

Un ulteriore tema oggetto di studio in corso riguarda l'uso di f-HINe, e quindi di HINe, a fini didattici. Sono infatti oggetto di studio la tipologia di domande per il discente e la filosofia degli algoritmi che danno una risposta alle domande. L'obiettivo di tali domande è quello di permettere di valutare l'evoluzione di un problema clinico di un paziente reale e quindi di analizzare nella sua completezza un caso clinico reale (o realistico).

Infine è in corso una ricerca per la verifica formale dell'equivalenza tra i due modelli HIN e f-HIN: la difficoltà risiede nel dare un'esatta struttura matematica al modello f-HIN, ma già si hanno dei primi risultati incoraggianti.

Bibliografia

- [Aal 2011] Amin M.A.E., El-Ramly, Shebl D. *Modeling Intelligent E-Learning Systems based on Adaptive Fuzzy Higher Order Petri Nets*. International Journal of Computer Applications, Number 8, Article 2, 2011.
- [Aal 2019] Amodio G. *A Petri Net Model for Performance Evaluation and Management of Emergency Cardiology Departments*. IEEE-CoDIT'19 conference.
- [Bal 2000] Baldan P. et al. *Petri Nets for Modelling Metabolic Pathways: A Survey*. Natural Computing Volume 9, Issue 4, December 2010.
- [Bal 2009] Balogh Z. et al. *Design and Creation of a Universal Model of Educational Process with the Support of Petri Nets*. In *Frontier and Future Development of Information Technology in Medicine and Education* (Li et al. Editors), Springer, 2014.
- [Bbl 2009] Beccuti M. et al. *Modeling clinical guidelines through Petri Nets*. Conference on Artificial Intelligence in Medicine in Europe, 2009.
- [BB 2008] Banchi H., Bell R. *The many levels of inquiry-based learning*. Science and Children, 2008; 46:26-29.
- [BBo 2013] Barbosa P. E., Morais M., Galdino K., Andrade M., Gomes L., Moutinho F., & de Figueiredo J. C. (2013, June). *Towards medical device behavioural validation using petri nets*. In Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems (pp. 4-10). IEEE.
- [BD 2010] Baldan P., Cocco N., Marin A., & Simeoni M. (2010). *Petri nets for modelling metabolic pathways: a survey*. Natural Computing, 9(4), 955-989.
- [BEal 1956] Bloom B. S., Englehard MD, et al, & Committee of College and University Examiners. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York (Vol. 16, p. 207). doi:10.1300/J104v03n01_03. (1956).
- [BS 2016] Belusso C. L., Sawicki S., Roos-Frantz F. & Frantz, R. Z. (2016). *A study of Petri Nets, Markov chains and queueing theory as mathematical modelling languages aiming at the simulation of enterprise application integration solutions: a first step*. Procedia Computer Science, 100(1), 229-236.

- [C 2007] Chaouiya C. *Petri net modelling of biological networks. Briefings in Bioinformatics*, Volume 8, Issue 4, 1 July 2007.
- [C 2009] Croskerry P. *A universal model of diagnostic reasoning*. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges*, 84(8):1022-8, 2009.
- [C 2012] Carter J. *Petri Nets and Clinical Information Systems: part I & II*. *EHR Science, Explorations in the Design and Implementation of Clinical Information Systems*, October 2012.
- [Cal 2000] Chen M. et al. *The Biology Petri Net Markup Language*. *Proceedings of Promise'2002, Lecture Notes in Informatics (LNCS)*, volume 21, Springer-Verlag, 2002.
- [ContSys] ContSys. *A system of concepts for the continuity of care*. Available at www.contsys.org. [Accessed: 21-Mag-2018]
- [CR 2007] Cumming A., Ross M. *The Tuning Project for Medicine--learning outcomes for undergraduate medical education in Europe*. *Medical Teacher*, 29 (2007), 636–641. doi:10.1080/01421590701721721.
- [CV 2004] Charlin B., Vleuten C. Van Der. *Standardized assessment of reasoning in context of uncertainty. The Script Concordance Test approach*. *Evaluation and the Health Professions*, (27), 2004.
- [Dal 2009] Darabi H. et al. *Modeling and integration of hospital information systems with Petri nets*, *International Conference on Service Operations, Logistics and Informatics (INFORMS)*, IEEE, 2009.
- [Dal 2010] Dotoli M. et al. *Modeling and management of a hospital department via Petri nets*. *Workshop on Health Care Management (WHCM)*, IEEE, 2010.
- [DD 1980] Dreyfus S.E., Dreyfus H.L. *A Five-Stage Model of the Mental Activities Involved in Directed Skill Acquisition*. *Storming Media* (1980, rivisto 2010).
- [DMal 2001] Dugas M., Trumm C. et al. *Case-oriented computer-based-training in radiology: concept, implementation and evaluation*. *BMC Med Educ*. 2001;1:5.
- [E 2005] Eva K.W. *What every teacher needs to know about clinical reasoning*. *Medical Education*, 2005;39(1): 98-106, 2005.

- [EN 1994] Esparza J., Nielsen M. *Decidability Issues for Petri Nets*. BRICS Report Series, RS-94-8, ISSN 0909-0878, May 1994.
- [Fal 2012] Fanti M.P. et al. *Modelling alarm management workflow in healthcare according to IHE framework by coloured Petri Nets*. Engineering Applications of Artificial Intelligence 25, 4, 2012.
- [Fal 2014] Fanti M.P. et al. *A Petri Net Model of an Integrated System for the Health Care at Home Management*. 2014 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), 2014.
- [FSE 2014] Schema del decreto del presidente del Consiglio dei Ministri: fascicolo sanitario elettronico, ai sensi dell'art. 12, comma 7 del decreto-legge 18 ottobre 201 n. 179, e dell'art. 13 comma 2 quarter del decreto-legge 21 giugno 203 n. 69, febbraio 2014.
- [Gal 2009] Grandó M.A. et al. *Nets as a formalism for comparing expressiveness of workflow-based Clinical Guideline Languages*. International Conference on Business Process management (BPM Workshop) 2008, Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP), volume 17, Springer-Verlag, 2009.
- [Gma 2008] Grandó M. A., Glasspool D. W. & Fox J. (2008, September). *Petri Nets as a formalism for comparing expressiveness of workflow-based Clinical Guideline Languages*. In International Conference on Business Process Management (pp. 348-360). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [GN 2012] Gogolinska A., Nowak W. *Petri nets approach to modeling of immune system and autism*. Proceedings of the 11th international conference on Artificial Immune Systems (ICARIS'12), LNCS 7597, Springer-Verlag, 2012.
- [GN 2016] Gogolinska A., Jakubowski R. & Nowak W. (2016). *Petri nets formalism facilitates analysis of complex biomolecular structural data*. RAIRO-Operations Research, 50(2), 401-411.
- [GS 2004] Gehlot V, Sloane E.B. *Application of the Petri Net to Simulate and Validate Complex, Multi-Vendor, Heterogeneous Networks of Wireless Medical Device Systems*. Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems, 2004.

- [Hal 2012] Mahulea C. et al. *Modular Petri net modeling of the Spanish health system. IEEE 17th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETF A), 2012.*
- [Hal 2018] Mahulea C., Mahulea L., Soriano J. M. G. & Colom J. M. (2018). *Modular Petri net modeling of healthcare systems*. Flexible Services and Manufacturing Journal, 30(1-2), 329-357.
- [HB 2015] Holmboe E.S., Batalden P. *Achieving the Desired Transformation: Thoughts on Next Steps for Outcomes-Based Medical Education*. Academic Medicine 90 (2015), 1215-1223.
- [HL 2007] He F., Le J. *Hierarchical Petri-Nets Model for the Design of E-Learning System*. International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment, Edutainment 2007: Technologies for E-Learning and Digital Entertainment (Edutainment 2007), Lecture Notes in Computer Science book series (LNCS), volume 4469, 2007.
- [ICD 2007] *Classificazione delle malattie, dei traumatismi, degli interventi chirurgici e delle procedure diagnostiche e terapeutiche, versione italiana della ICD-9-CM, "International Classification of Diseases - 9th revision - Clinical Modification",* 2007.
http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2251_allegato.pdf,
disponibile 18/8/2018.
- [IS 2017] Khayal I. S. & Farid A. M. (2017, October). *A dynamic model for a cyber-physical healthcare delivery system with human agents*. In 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) (pp. 3624-3629). IEEE.
- [J 2002] Jørgensen J.B. *Coloured Petri Nets in UML-Based Software Development. Designing Middleware for Pervasive Healthcare*. Proceedings of the Fourth Workshop and Tutorial on Practical Use of Coloured Petri Nets and the CPN Tools, 2002.
- [JB 2014] Jin J., Bridges S.M. *Educational technologies in problem-based learning in health sciences education: a systematic review*. Journal of medical internet research 16 (2014), 1-13.
- [K 1984] Kolb D.A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall (1984).

- [Liu 2019] Liu F., Heiner M. & Gilbert D. (2019). *Coloured Petri nets for multilevel, multiscale and multidimensional modelling of biological systems*. *Briefings in bioinformatics*, 20(3), 877-886.
- [LO 2017] Lafta H.A., Oleiwi W.K. *A fuzzy Petri nets system for heart disease diagnosis*. *Journal of Babylon/Pure and Applied Sciences*, volume 25, n. 2, 2017.
- [Lom 2017] Lomotey R. K., Pry J. & Sriramoju S. (2017). *Wearable IoT data stream traceability in a distributed health information system*. *Pervasive and Mobile Computing*, 40, 692-707.
- [M] moodle.org, disponibile 18//20120.
- [M 1989] Murata T. *Petri Nets: Properties, Analysis and Applications*. *Proceedings of the IEEE*. 77 (4), 541-558. doi:10.1109/5.24143, 1989; Retrieved 2014-10-13.
- [M 2006] *Manuale SQL, per gli utenti che vogliono impostare ricerche sull'archivio di Millewin*. Millenium, gennaio 2006.
- [Mal 2008] Leòn M. et al. *Combining Concept Maps and Petri Nets to Generate Intelligent Tutoring Systems: A Possible Approach*, Mexican International Conference on Artificial Intelligence, MICA I 2008: Advances in Artificial Intelligence, Lecture Notes in Computer Science book series (LNCS), volume 5317, 2008.
- [Mal 2012] Mahulea C. et al. *Modular Petri net modeling of the Spanish health system*. *IEEE 17th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)*, 2012.
- [Mal 2014] Mahulea C. et al. *Petri nets with resources for modeling primary healthcare systems*. *System Theory, Control and Computing (ICSTCC)*, 2014 18th International Conference, IEEE, 2014.
- [Mal 2017] Magro F. et al. *European Crohn's and Colitis Organisation [ECCO]. Third European Evidence-based Consensus on Diagnosis and Management of Ulcerative Colitis. Part 1: Definitions, Diagnosis, Extra-intestinal Manifestations, Pregnancy, Cancer Surveillance, Surgery, and Ileo-anal Pouch Disorders*. *Journal of Crohn's and Colitis*, 2017 Jun 1;11(6):649-670.
- [MM 2012] Mtibaa S., Tagina M. *Timing Constraints Support on Petri-Net Model for Healthcare System Design*. *Journal of Computing*, Volume 4, Issue 8, 2012.

- [NB 2006] Norman G., Bordage G. et al. *How specific is case specificity?* Med Educ. 2006 Jul; 40(7):618-23.
- [O 1990] *Le clinicommedie. Ottanta casi clinici sceneggiati.* a cura di Obiassi M. EDITIEMME, Milano, 1990.
- [O 2005] Omran A.R. *The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change.* The Milbank Memorial Fund Quarterly. Health and Society, 83(4), 731-57, 2005.
- [P 1977] Peterson J.L. *Petri Nets.* ACM Computing Surveys, vol. 9, n° 3, 1977, pp. 223-252.
- [P 1981] Peterson J.L. *Petri Net Theory and the Modeling of Systems.* Prentice Hall, ISBN 0-13-661983-5, 1981.
- [PG 2008] Pellegrini S., Giacomini F. *Design of a Petri net-based workflow engine.* Grid and Pervasive Computing Workshops, 2008. GPC Workshops' 08. The 3rd International Conference on, IEEE, 2008.
- [R 1992] Reisig W. *A Primer in Petri Net Design.* Springer-Verlag, ISBN 3-540-52044-9, 1992.
- [Ral 2014] Ricci F.L. et al (a cura di). *Verso il fascicolo sanitario elettronico (elementi di riflessione).* Ra edizioni, ISBN 978-88-98929-00-9, 2014.
- [RCal 2016] Ricci F.L., Consorti F. et al. *Case-based learning: a formal approach to generate health case studies from electronic healthcare records.* Stud Health Technol Inform 22, 2016.
- [RCal 2018] Ricci F.L., Consorti F. et al. *HIN – Health Issue Network as Means to Improve Case-Based Learning in Health Sciences Education.* Proceedings of the 2018 STC EFMI Conference, Decision support systems and Education, European Federation for Medical Informatics (EFMI) and IOS Press, doi: 10.3233/978-1-61499-921-8-262, 2018.
- [RCal 2020] Ricci F.L., Consorti F. et al. *Understanding Petri Nets in health sciences education: the Health Issue Network perspective.* MIE 2020, to appear.
- [S 2000] Stoeckle J.D. *The market pushes education from ward to office, from acute to chronic illness and prevention: will case method teaching-learning change?* Archives of Internal Medicine, 160(3):273-80, 2000.

- [S 2014] Shahriari M. *Case based teaching at the bed side versus in classroom for undergraduates and residents of pediatrics*. J Adv Med Educ Prof. 2014 Jul;2(3):135-6.
- [Sal 2011] Serbanati L.D., Ricci F.L. et al. A. *Steps towards a digital health ecosystem*. Journal of Biomedical Informatics, volume 44, n. 4, 2011.
- [SH 2016] Hamana S., Augusto V. & Xie X. (2016, August). *A timed Petri net approach for verification of Territorial Healthcare Information Systems*. In 2016 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE) (pp. 658-663). IEEE.
- [SL 2005] Sarshar K., Loos P. *A Normative Language Approach to the Application of Petri Nets for Clinical Workflows*. Conference INFORMATIK, 2005.
- [SMt 2012] Mtibaa S. & Tagina M. (2012, July). *A Petri-Net model based timing constraints specification for e-learning system*. In International Conference on Education and E-Learning Innovations (pp. 1-6). IEEE.
- [Tal 2018] Togashi S. et al. *Application of Hybrid Petri Nets for a Drawing Blood Flow from Fingertip*. 8th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH), 2018.
- [TDal 2012] Thistlethwaite J., Davies D. et al. *The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23*. Medical Teacher 34(6) (2012), e421-44.
- [TKo 2017] Kim T. & Ko Y. (2017). *Medication Management Process Modeling using Coloured Petri nets*. International Journal of Applied Engineering Research, 12(9).
- [UML 2003] *UML bible*. Wisley Publishing, 2003.
- [W 1998] *WONCA international Classification Committee, ICPC-2, Second Edition*, Oxford Medical Publications, Oxford University Press, 1998.
- [W 2011] Whittaker S.J. *Augmenting Petri Nets to Model Health-Care Protocols*. Ph.D. Dissertation. Queen's University, Kingston, Ontario, Canada. (AAINR78474), 2011.

- [WH 2002] Will J., Heiner M. *Petri NETS in Biology, Chemistry, and Medicine – Bibliography*. Computer Science Report 04/02, Institute of Computer Science, Faculty of Mathematics, Natural Sciences and Computer Science, Brandenburg University of Technology at Cottbus, 2002
- [ZK 2017] Ji Z., Yan K., Li W., Hu H. & Zhu X. (2017). *Mathematical and computational modeling in complex biological systems*. BioMed research international, 2017.

Allegato 1: Il caso referente

Il processo di progettazione di un esercizio didattico prevede, in sequenza:

1. la definizione di un obiettivo formativo specifico, ovvero di un significativo problema di salute, ad esempio:
 - ipotizzare la diagnosi di un'arterite in un paziente con più health issue della classe "arteriopatia" (o con co-morbosità precisate: arteriopatia acuta arti inferiori, infarto del miocardio);
 - gestire le complicanze post-operatorie di un paziente con co-morbosità;
2. il disegno della rete di "persona generica" in cui con un certo grado di astrazione vengono rappresentati gli HI interessanti ai fini dell'obiettivo e le loro relazioni di evoluzione, co-presenza e temporali;
3. la produzione di una query che selezioni dal database clinici (es. EHR) i casi rispondenti alle necessità;
4. la rappresentazione dei dati di una cartella specifica guidata dalla HINe, ossia dalla rete HIN di "persona specifica";
5. l'importazione di rete specifica e relativi dati nell'ambiente di "learning management" per la creazione dell'esercizio vero e proprio.

A tale proposito, si introduce il concetto di *caso referente* intendendo un caso estratto da una EHR, anonimizzato, elaborato e classificato per fini formativi. Il caso referente è in pratica un'istanza completa di caso reale legata all'obiettivo del tema clinico formativo, ed ha quindi l'obiettivo di rispondere a quesiti molto pragmatici legati alle attività quotidiane senza dover seguire un corso professionale di aggiornamento. Anche se il caso referente è riferito ad un problema (obiettivo formativo) vi sono almeno tre diversi livelli di dettaglio che offrono visioni diverse della risposta allo stesso problema, a seconda di quali aspetti utili allo studente si vogliono approfondire. Questi livelli, dati in ordine di estensione e profondità della risposta, sono:

- a) il processo diagnostico in cui le linee guida riconosciute possono essere utilizzate direttamente – l'obiettivo dell'esercizio è di addestrare all'uso delle linee guida;
- b) il ragionamento clinico, principalmente il ragionamento ipotetico-deduttivo: l'obiettivo è quello di formare l'abilità dell'argomento clinico per supportare il percorso che va dall'identificazione all'interpretazione dell'informazione e quindi alla diagnosi differenziale;
- c) l'approfondimento in termini di meccanismi patofisiologici: l'obiettivo è insegnare in modo più sistematico epidemiologia, prognosi, terapia (medica e chirurgica) e diagnostica.

Le ulteriori informazioni esterne sono quindi caratteristiche di ogni livello, come ad esempio:

- a) database costituito da linee guida (ad esempio la biblioteca Cochrane);
- b) studi individuali, sperimentazione clinica;

La scheda caso referente riporta gli elementi caratterizzanti il caso clinico, tra i quali alcuni criteri di classificazione, il relativo modello f-HINe ed il relativo puntatore al caso clinico stesso.

Il caso clinico è inteso come descrizione, in forma narrativa, delle visite del MMG ordinate temporalmente, e quindi descrive il processo di cura secondo un approccio time-oriented. Come primo elemento è riportata la f-HINe, che ha un duplice ruolo:

- *guida* all'interpretazione del processo di cura, con i relativi puntatori alle schede health issue ed evoluzione;
- *formalizzazione* della risposta offerta dal caso clinico reale all'obiettivo relativo al problema sanitario.

Il caso clinico, descritto come una rete di problemi di salute, fornisce infatti la semantica completa dei vari problemi identificati dal MMG e la loro evoluzione nel tempo. Si tratta quindi di una descrizione in forma narrativa della rete di HIN, che include l'esplicitazione della semantica dei legami fra HIN: nessi di causalità o di sola successione, sequenze di ragionamento clinico, con generazione di ipotesi e motivazione alle scelte.

L'ultimo elemento del caso clinico è il puntatore all'episodio di cura. Quest'ultimo è inteso come lista (ordinata temporalmente) dei contatti avuti dal paziente con i servizi offerti dal sistema sanitario, tra i quali la visita del suo MMG. Il processo ha il puntatore ai vari elementi temporali (le singole visite del MMG) presenti nel caso clinico. Sia il caso clinico che il relativo episodi di cura hanno a loro volta puntatori alla documentazione clinica generata durante lo svolgimento del processo di cura. Esiste pertanto un'equivalenza tra episodio di cura e caso clinico, che in pratica rappresentano in due modalità differenti lo stesso processo di cura.

L'esempio e le relative schede, che vanno collegate secondo lo schema illustrato in fig. A1.1, si riferiscono al caso di un ragazzo che presenta sintomi di diarrea e dermatite; le schede sono rappresentate sotto forma tabellare (tab A1. 1...13)³¹.

³¹ Il caso è estratto da [O 1990] pp 70-7.1

Tabella A1.1 – Scheda descrittiva del caso referente

Caso referente	
<i>Identificativo</i>	XXX
<i>Nome</i>	ragazzo di 17 anni con dermatite e diarrea
<i>Presentazione</i>	Federico, ragazzo di 17 anni, da poco tornato da un viaggio in Africa con una dermatite alla gamba sinistra e con diarrea accompagnata da lieve dolore addominale e tenesmo
<i>f-HINe</i>	
<i>Competenze</i> ³²	valutare una presentazione clinica e fare la diagnosi differenziale
<i>Attività lavorativa</i> ³³	prescrivere test diagnostici, interpretare e fare diagnosi differenziale
<i>Conoscenze / abilità</i> ³⁴	correlazione tra elementi di conoscenza
<i>Area fisiopatologica</i>	disfunzione della defecazione ³⁵
<i>Obiettivo didattico</i>	Descrivere su basi fisiopatologiche, le alterazioni endoscopiche, istopatologiche e di imaging, correlandole con i quadri clinici del morbo di Crohn e della rettocolite ulcerosa e indicandone gli accertamenti diagnostici e gli orientamenti terapeutici. ³⁶
<i>f-HIN</i>	
<i>Autore</i>	Fabrizio Consorti
<i>Data</i>	1 settembre 2016
<i>Note</i>	Un fattore confondente: viaggio in Africa
<i>Accesso</i>	⇒<scheda_caso_clinico>

Si noti che il simbolo ⇒<XXYY> indica il puntatore ad un oggetto di nome “XXYY”.

³² Competenza (livello 1 di Tuning) [CR 2007].

³³ Attività lavorativa (livello 2 di Tuning) [CR 2007].

³⁴ Conoscenze teoriche / fattuali o abilità specifiche messe in azione [BEal 1956].

³⁵ International Classification of Functioning (ICF): b525

³⁶ Core curriculum nazionale – Conferenza Permanente dei Presidenti di CL Medicina: UDE n. 1263

Tabella A1.2 – Scheda del caso clinico

Caso clinico	
<i>Dati amministrativi</i>	
Nome	Federico
Età	17
Attività	studente
<pre> graph TD A[A] --> G[G] B[B] --> G C[C] -.-> G D[D] -.-> G G -- "approfondimento" --> H[H] H -- "approfondimento" --> K[K] </pre>	
<u>Legenda</u>	<p>A: diarrea (⇒<skA>) B: dermatite ((⇒<skB>)) C: artralgie (⇒(⇒<skC>)) D: viaggio in Africa ((⇒<skD>)) H: pioderma gangrenoso (⇒<skA>)</p> <p>G: diarrea acuta non infettiva con dermatite (⇒<skA>) K: rettocolite ulcerosa con pioderma gangrenoso (⇒<skA>)</p> <p>Approfondimento: (A, B, C)-G (⇒<sk(A, B, C)-G>) Approfondimento: G-H (⇒<skG-H>) Approfondimento: H-K (⇒<skH-K>)</p>
N.B.: sk sta per scheda; es. (⇒<sk(A, B, C)-G>) indica il puntatore alla scheda dell'evoluzione di approfondimento (A,B, C)-G	
<i>Processo di cura</i>	
<i>Problemi pregressi</i>	<u>Artralgie</u>
To	
<i>Motivazioni della visita</i>	<ul style="list-style-type: none"> • diarrea • lieve dolore addominale • tenesmo • dermatite alla gamba sinistra
<i>Anamnesi remota</i>	<p>Nell'infanzia il ragazzo è stato sottoposto a tonsillectomia e adenoidectomia. Riferisce la comparsa di una <u>patologia articolare</u> circa dieci mesi fa, con dolori e minimi segni di infiammazione alle grandi articolazioni, accompagnati da febbricola. In seguito a questo episodio ha eseguito una profilassi a base di penicillina.</p> <p>Gli esami del sangue eseguiti ai tempi delle artralgie: VES elevata, TAS (titolo antistreptolisinico) basso, antistreptochinasi bassa, Ra Test (test per l'artrite reumatoide) e tampone faringeo negativo. Le mucoproteine e la proteina C erano debolmente positive. Ai tempi, afferma il</p>

	<p>padre, Federico era stitico pur lamentandosi di tanto in tanto di tenesmo.</p>
<i>Anamnesi prossima</i>	<p>Un ragazzo di 17 anni, da poco tornato da un viaggio in Africa. Riferisce inoltre l'effettuazione di profilassi antimalarica con atovaquone e proguanile cloridrato prima del viaggio in Africa. Nega l'uso di lassativi o altri farmaci. Riferisce la comparsa da circa un mese di una dermatite alla gamba sinistra, refrattaria al trattamento con antibiotico locale. Sempre da circa un mese riferisce la comparsa di diarrea accompagnata da lieve dolore addominale e tenesmo. Ha la caratteristica di non essere continua, ma di alternarsi a periodi di stipsi. Quando presente il paziente riferisce 3-4 scariche / die, feci scarse e semiliquide. Talora tracce di sangue. Non è accompagnata né da febbre né da vomito.</p>
DISCUSSIONE	<p>Innanzitutto, il viaggio in Africa potrebbe farci ipotizzare una patologia legata al viaggio effettuato dal ragazzo. Potremmo pensare a una parassitosi che abbia causato la lesione dermatitica e i sintomi diarroici.</p>
<i>Esame obiettivo</i>	<p>All'e.o. la faccia interna della gamba sx presenta una lesione dermatitica. Comparsa come flitena, con cute dolente, infiltrata e arrossata alla periferia, si è allargata con il passare dei giorni riempiendosi di un liquido purulento. La lesione si è poi rotta spontaneamente. La lesione presenta accenni di guarigione al centro, ma alla periferia è in estensione. Vi sono inoltre noduli che tendono a erodersi e a fondersi con l'ulcera iniziale. Il margine è rilevato, bluastro. La zona necrotica supera i 5 x 3 cm. Poco dolente. All'auscultazione del cuore si rileva un lieve soffio protomesosistolico puntale non irradiato. All'esame obiettivo l'addome risulta trattabile, modestamente dolente in fossa iliaca sn, senza contratture di difesa, con reazione dei linfonodi inguinali. Fegato e milza nei limiti della norma. PA 120 /70 mmHg, temperatura 37,5 °C, FC 96 bpm. battito ritmico. Il padre riferisce cambiamenti comportamentali del figlio negli ultimi mesi.</p>
<i>Diagnosi</i>	<p>diarrea acuta non infettiva con dermatite</p>
DISCUSSIONE	<p>L'assenza di febbre e di altri segni di sofferenza intestinale ci possono far escludere questa ipotesi di una parassitosi che abbia causato la lesione dermatitica con i sintomi diarroici. Inoltre la lesione cutanea, per come descritta, non sembra corrispondere a nessuna patologia parassitaria intestinale che si associ a lesione dermatitica (nel caso della schistosomiasi la lesione è di tipo maculo-papulare e distribuita omogeneamente sul corpo). Infine, anche l'assenza di interessamento epatico e splenico non sostiene l'ipotesi di una parassitosi intestinale. La pregressa storia di artralgie accompagnate a febbre possono farci</p>

	<p>pensare a un episodio di infezione da streptococco che abbia causato una affezione cardiaca. È infatti presente un soffio cardiaco, ma clinicamente poco significativo.</p> <p>Inoltre la patologia sembra essersi esaurita qualche mese fa ed è comunque stata effettuata una profilassi con penicillina.</p> <p>Infine la patologia infettiva passata non spiegherebbe comunque la sintomatologia gastrointestinale attuale.</p> <p>L'unico elemento che continua a guidarci verso una patologia gastrointestinale è, oltre la sintomatologia diarroica alternata a stipsi, la dolorabilità in fossa iliaca sx.</p> <p>Se proprio volessimo mantenere in vita l'ipotesi di una parassitosi potremmo pensare ad una amebiasi cutanea, ma l'assenza di febbre ci fa dubitare.</p>
<i>Prescrizioni</i>	
P ₂	➤ prescrizione esame coprocultura
P ₃	➤ prescrizione rettosigmoidocolonscopia
P ₄	➤ prescrizione esame del sangue
P ₅	➤ prescrizione esame immunofluorescenza
P ₆	➤ prescrizione visita dermatologica
T6	
<i>Referti clinici</i>	
esame coprocultura (⇒R ₁)	Nelle feci lievi tracce di sangue e di muco. La ricerca dei parassiti nelle feci è negativa
Rx clisma opaco (⇒R ₂)	Lesioni caratteristiche di colite ulcerosa
esame del sangue (⇒R ₃)	Glicemia normale, azotemia 55 mg%, natriemia 152 mEq/l, potassiemia di 5,1 mEq/l. L'emocromo evidenzia una modesta anemia normocitica. La VES e le mucoproteine sono molto aumentate. Negativi TAS, Test Ra, reazione di Widal (per la ricerca della salmonella), reazione di Wright (per la salmonella), ricerca dell'HLA B27 (aiuta la diagnosi di alcune patologie autoimmunitarie). Normale il dosaggio delle IgE, positivi gli anticorpi antinucleo.
esame immunofluorescenza (⇒R ₄)	Escludo treponema
<i>Consulti</i>	
dermatologo	Il dermatologo chiamato in consulenza definisce la lesione dermatitica come pioderma gangrenoso.
<i>Diagnosi</i>	pioderma gangrenoso
DISCUSSIONE	La prova di immunofluorescenza indiretta (FTA-ABS) per il treponema, nell'eventualità di una sifilide
<i>Prescrizioni</i>	
P ₆	prescrizione esame proctoretoscopia
T8	
<i>Referti clinici</i>	
esame	Diagnosi di retticolite ulcerosa

rettosigmoidocolon scopia (⇒R ₆)	
<i>Diagnosi</i>	rettocolite ulcerosa con pioderma gangrenoso
<i>DISCUSSIONE</i>	<p>La diarrea alternata a stipsi, il pioderma gangrenoso, le artralgie pregresse ci guidano verso la diagnosi di rettocolite ulcerosa.</p> <p>A sostegno di questa ipotesi troviamo la negatività per patologie immunitarie e parassitose, e il clisma opaco che presentava lesioni caratteristiche di colite ulcerosa.</p> <p>La proctoretoscopia conferma la diagnosi.</p> <p>Il pioderma si presenta 1 volta su 20 in caso di colite ulcerosa.</p> <p>Inoltre le artralgie si inquadrano come sintomatologia extracolica correlata. Tipiche sono pure le manifestazioni comportamentali.</p>
<i>Episodio di cura</i>	⇒<scheda_episodio_di_cura>

Tabella A1.3 – Scheda descrittiva del problema clinico diarrea

Scheda f-HINe	Problema di salute
<i>ID</i>	A
<i>Nome clinico</i>	diarrea
<i>Sistema di codifica</i>	ICD9-CM
<i>Codice Problema</i>	787.91
<i>Tipo Problema</i>	sintomo
<i>Data di rilevazione</i>	1 mese prima di I visita MMG
<i>Descrizione</i>	Da un mese, prima della I visita MMG, riferisce la diarrea ha la caratteristica di non essere continua, ma di alternarsi a periodi di stipsi. Quando presente il paziente riferisce 3 - 4 scariche / die, feci scarse e semiliquide. Talora tracce di sangue.
<i>Informazioni cliniche</i>	Non è accompagnata né da febbre né da vomito.
<i>Presentazione</i>	Federico era stitico pur lamentandosi di tanto in tanto di tenesmo. Nega l'uso di lassativi o altri farmaci.

Tabella A1.4 – Scheda descrittiva del problema clinico dermatite

Scheda f-HINe	Problema di salute
<i>ID</i>	B
<i>Nome clinico</i>	dermatite
<i>Sistema di codifica</i>	ICD9-CM
<i>Codice Problema</i>	686 - Altre infezioni localizzate della cute e del tessuto sottocutaneo
<i>Tipo Problema</i>	sintomo
<i>Data di rilevazione</i>	1 mese prima di I visita MMG
<i>Descrizione</i>	Da un mese, prima della I visita MMG, riferisce la comparsa di una dermatite alla gamba sinistra
<i>Informazioni cliniche</i>	Dermatite refrattaria al trattamento con antibiotico locale TERAPIA: antibiotica locale

Tabella A1.5 – Scheda descrittiva del problema clinico artralgie

Scheda f-HINe	Problema di salute
<i>ID</i>	C
<i>Nome clinico</i>	artralgie
<i>Sistema di codifica</i>	ICD9-CM
<i>Codice Problema</i>	719.4
<i>Tipo Problema</i>	diagnosi
<i>Data di rilevazione</i>	10 mesi prima di I visita MMG
<i>Descrizione</i>	Riferisce la comparsa di una patologia articolare circa dieci mesi fa, con dolori e minimi segni di infiammazione alle grandi articolazioni, accompagnati da febbre. Ai tempi, afferma il padre, Federico era stitico pur lamentandosi di tanto in tanto di tenesmo.
<i>Informazioni cliniche</i>	Gli esami del sangue eseguiti ai tempi delle artralgie: VES elevata, TAS (titolo antistreptolisinico) basso, antistreptochinasi bassa, Ra Test (test per l'artrite reumatoide) e tampone faringeo negativo. Le mucoproteine e la proteina C erano debolmente positive. TERAPIA: profilassi a base di penicillina

Tabella A1.6 – Scheda descrittiva della condizione di rischio viaggio in Africa

<u>Scheda</u> f-HINe	<u>Problema di salute</u>
<i>ID</i>	D
<i>Nome</i>	Viaggio in Africa
<i>Tipo Problema</i>	Condizione di rischio
<i>Data di rilevazione</i>	Prima di I visita MMG
<i>Informazioni cliniche</i>	Effettuazione di profilassi antimalarica con atovaquone e proguanile cloridrato prima del viaggio in Africa

Tabella 1.7 – Scheda descrittiva del problema clinico diarrea acuta non infettiva con dermatite

<u>Scheda</u> f-HINe	<u>Problema di salute</u>
<i>ID</i>	G
<i>Nome clinico</i>	diarrea acuta non infettiva con dermatite
<i>Sistema di codifica</i>	ICD9-CM
<i>Codice Problema</i>	787.91 (diarrea); 686 (dermatite)
<i>Tipo Problema</i>	Ipotesi diagnostica
<i>Gravità</i>	Media
<i>Data di rilevazione</i>	I visita MMG
<i>Informazioni cliniche</i>	<p>All'e.o. la faccia interna della gamba sx presenta una lesione dermatitica. Comparsa come flittena, con cute dolente, infiltrata e arrossata alla periferia, si è allargata con il passare dei giorni riempiendosi di un liquido purulento. La lesione si è poi rotta spontaneamente. La lesione presenta accenni di guarigione al centro, ma alla periferia è in estensione. Vi sono inoltre noduli che tendono a erodersi e a fondersi con l'ulcera iniziale. Il margine è rilevato, bluastro. La zona necrotica supera i 5 x 3 cm. Poco dolente.</p> <p>All'auscultazione del cuore si rileva un lieve soffio protomesosistolico puntale non irradiato.</p> <p>All'esame obiettivo l'addome risulta trattabile, modestamente dolente in fossa iliaca sn, senza contratture di difesa, con reazione dei linfonodi inguinali. Fegato e milza nei limiti della norma.</p> <p>PA 120 /70 mmHg, temperatura 37,5 °C, FC 96 bpm. battito ritmico.</p> <p>Il padre riferisce cambiamenti comportamentali del figlio negli ultimi mesi.</p>
<i>Documenti clinici</i>	<p>Prescrizione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • P₄- esame del sangue • P₂ - esame coprocultura • P₃ - Rx clisma opaco • P₅ - esame immunofluorescenza • P₁ - visita dermatologica

Tabella A1.8 – Scheda descrittiva del problema clinico pioderma gangrenoso

Scheda f-HINe	Problema di salute
<i>ID</i>	H
<i>Nome clinico</i>	pioderma gangrenoso
<i>Sistema di codifica</i>	ICD9-CM
<i>Codice Problema</i>	686.01
<i>Tipo Problema</i>	diagnosi
<i>Data di rilevazione</i>	II visita MMG, 1 mese dopo la I visita
<i>Descrizione</i>	Il dermatologo chiamato in consulenza definisce la lesione dermatitica come pioderma gangrenoso.
<i>Informazioni cliniche</i>	<p><u>Referto R1</u> Nelle feci lievi tracce di sangue e di muco. La ricerca dei parassiti nelle feci è negativa</p> <p><u>Referto R2</u> Lesioni caratteristiche di colite ulcerosa</p> <p><u>Referto R3</u> Glicemia normale, azotemia 55 mg%, natriemia 152 mEq/l, potassiemia di 5,1 mEq/l. L'emocromo evidenzia una modesta anemia normocitica. La VES e le mucoproteine sono molto aumentate. Negativi TAS, Test Ra, reazione di Widal (per la ricerca della salmonella), reazione di Wright (per la salmonella), ricerca dell'HLA B27 (aiuta la diagnosi di alcune patologie autoimmunitarie). Normale il dosaggio delle IgE, positivi gli anticorpi antinucleo</p> <p><u>Referto R4</u> Escludo treponema</p> <p><u>Referto R5</u> la lesione dermatitica è un pioderma gangrenoso.</p>
<i>Documenti clinici</i>	<p>Referti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • R₁ - esame coprocultura (⇒<R1>) • R₂ - Rx clisma opaco (⇒<R2>) • R₄ - esame immunofluorescenza (⇒<R4>) • R₃ - esame del sangue (⇒<R3>) • R₅ - visita dermatologica <p>Prescrizione</p> <ul style="list-style-type: none"> • P₆ - esame proctoretoscopia
<i>Attività cliniche associate</i>	Consulenza del dermatologo

Tabella A1.9 – Scheda descrittiva del problema clinico rettocolite ulcerosa con pioderma gangrenoso

Scheda f-HINe	Problema di salute
ID	K
Nome clinico	rettocolite ulcerosa con pioderma gangrenoso
Sistema di codifica	ICD9-CM
Codice Problema	556 (rettocolite); 686.01
Tipo Problema	diagnosi
Data di rilevazione	III visita
Informazioni cliniche	Referto R6 Diagnosi di rettocolite ulcerosa
Documenti clinici	Referti: <ul style="list-style-type: none"> • R6 - esame proctoretoscopia (⇒<R6>)

Tabella A1.10 – Scheda descrittiva dell'evoluzione che porta al problema clinico diarrea acuta non infettiva con dermatite

Scheda f-HINe	Evoluzione
ID	(A, B, C) – G
Tipo di Evoluzione	Approfondimento
Problemi di salute in input	A. diarrea B. dermatite
Problemi di salute in output	G. diarrea acuta non infettiva con dermatite
Presenza di comorbidità	C. artralgie <ul style="list-style-type: none"> ○ dolori addominali ○ tenesmo
Descrizione	I visita MMG
Contatto	visita MMG

Tabella A1.11 – Scheda descrittiva dell'evoluzione che porta al problema clinico pioderma gangrenoso

Scheda f-HINe	Evoluzione
<i>ID</i>	G – H
<i>Tipo di Evoluzione</i>	Approfondimento
<i>Descrizione</i>	II visita MMG
<i>Problemi di salute in input</i>	diarrea acuta non infettiva con dermatite
<i>Problemi di salute in input</i>	pioderma gangrenoso
<i>Contatto</i>	<ul style="list-style-type: none"> • visita MMG • esame coprocultura • esame rettosigmoidocolonscopia • esame immunofluorescenza • esame del sangue • visita dermatologica

Tabella A1.12 – Scheda descrittiva dell'evoluzione che porta al problema clinico ulcerosa con pioderma gangrenoso

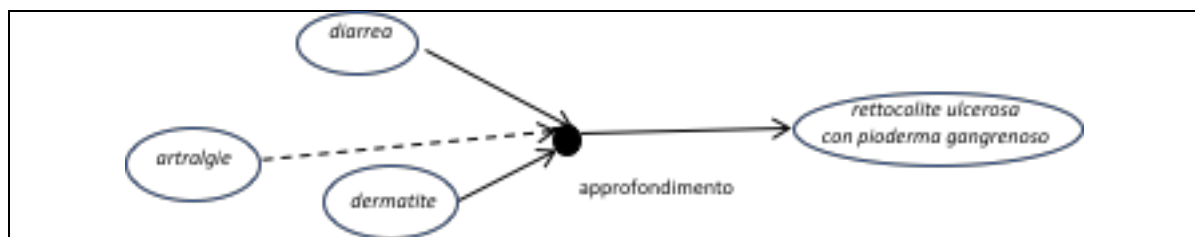
Scheda f-HINe	Evoluzione
<i>ID</i>	H – K
<i>Tipo di Evoluzione</i>	Approfondimento
<i>Problemi di salute in input</i>	pioderma gangrenoso
<i>Problemi di salute in input</i>	rettocolite ulcerosa con pioderma gangrenoso
<i>Descrizione</i>	III visita MMG
<i>Contatto</i>	<ul style="list-style-type: none"> • visita MMG • esame rettosigmoidocolonscopia

Tabella A2.13 – Scheda dell'episodio di cura

Episodio di cura	
T ₀	I visita MMG ⇒<elemento_T ₀ - scheda_caso_clinico>
T ₁	Esame coprocultura ⇒<R1>
T ₂	Esame Rx clisma opaco ⇒<R2>
T ₃	Esame del sangue ⇒<R3>
T ₄	Esame immunofluorescenza ⇒<R4>)
T ₅	Visita dermatologica ⇒<elemento_consulto_T ₆ - scheda_caso_clinico >
T ₆ 1 mese dopo la I visita MMG	II visita MMG ⇒<elemento_T ₁ - scheda_caso_clinico>
T ₇	Esame proctoretoscopia ⇒<R6>
T ₈	III visita MMG ⇒<elemento_T ₈ - scheda_caso_clinico>

Questo caso referente è generato tramite il modello f-HIN illustrato in fig. A1.2.

Figura A1.2 – Il diagramma f-HIN per generare il caso del ragazzo con diarrea e dermatite



Le schede relative al diagramma f-HIN sono rappresentate sotto forma tabellare (tab A1.14...16).

Tabella A1.14 – Scheda descrittiva “generica” del problema clinico diarrea

Scheda f-HIN	Problema di salute
ID	A
Nome clinico	diarrea
Sistema di codifica	ICD9-CM
Codice Problema	787.91
Tipo Problema	sintomo
Descrizione	tipo di diarrea (acquosa, poltacea, mucoematica, ...)
Sintomatologia	sintomi di accompagnamento: dolore addominale, dolore perineale, vomito, febbre
Informazioni cliniche	notizie anamnestiche
Note	

Tabella A1.15 – Scheda descrittiva “generica” del problema clinico dermatite

<u>Scheda</u> f-HIN	<u>Problema di salute</u>
<i>ID</i>	B
<i>Nome clinico</i>	dermatite
<i>Sistema di codifica</i>	ICD9-CM
<i>Codice Problema</i>	686
<i>Tipo Problema</i>	sintomo
<i>Descrizione</i>	descrizione macroscopica della lesione
<i>Sintomatologia</i>	sintomi associati: dolore, prurito, odore, ...
<i>Informazioni cliniche</i>	notizie anamnestiche
<i>Note</i>	

Tabella A1.16 – Scheda descrittiva “generica” del problema clinico artralgie

<u>Scheda</u> f-HIN	<u>Problema di salute</u>
<i>ID</i>	C
<i>Nome clinico</i>	artralgie
<i>Sistema di codifica</i>	ICD9-CM
<i>Codice Problema</i>	719.4
<i>Tipo Problema</i>	diagnosi
<i>Descrizione</i>	Descrizione semeiologica dell’articolazione: colore cute, lesioni cutanee, sensazione palpatoria, mobilità attiva e passiva, manovre semeiologiche
<i>Sintomatologia</i>	sintomi associati: limitazione funzionale, febbre
<i>Informazioni cliniche</i>	notizie anamnestiche
<i>Note</i>	

Il caso presentato è in accordo con le linee guida: Magro F, Gionchetti P, Eliakim R, et al.; European Crohn’s and Colitis Organisation [ECCO]. Third European Evidence-based Consensus on Diagnosis and Management of Ulcerative Colitis. [Mal 2017].

Allegato 2: Glossario

Termine	Definizione	Fonte
<i>Caso didattico</i>	Caso risultante dall'estrazione dal caso referente, con relativa elaborazione, il tutto in funzione dell'obiettivo formativo; esso è parte di caso referente: cioè è il sottoinsieme del caso referente che il progettista didattico sceglie come materia dell'esercizio didattico, tagliando o lasciando una certa quantità di dettagli come eventuali elementi confondenti/caratterizzanti la complessità; l'esercizio potrebbe riguardare solo il momento in cui – dati già noti in anamnesi il sovrappeso e l'ipertensione – compare il diabete e l'esercizio sia "inquadra e gestisci l'iperglicemia".	
<i>Caso grezzo</i>	Caso estratto da una EHR anonimizzato ed elaborato, di cui una sua parte è usata per l'esercizio; esso contiene tutti i possibili dettagli degli elementi clinici relativi allo studio clinico inclusi altri elementi (es. lo stato di salute come pregresso cancro della mammella, con calcolosi renale). Esso è definito a partire dall'obiettivo relativo al tema clinico formativo (un significativo problema di salute), obiettivo più ampio di quello dell'esercizio, focalizzato su un quesito didattico particolare. Il caso clinico grezzo (da cui si parte per il caso referente) è composto da un estratto di EHR composto da: <ul style="list-style-type: none"> • le informazioni cliniche riferite ai tempi compresi nell'intervallo di tempo di esecuzione dell'evoluzione del health issue; • le informazioni cliniche che caratterizzano lo stato di salute al momento d'inizio di tale evoluzione; il modello formale (HINe) di questa evoluzione che guida all'interpretazione dell'estratto di EHR.	
<i>Caso referente</i>	Caso grezzo anonimizzato, elaborato e classificato per fini formativi; esso è un'istanza completa di caso reale legata all'obiettivo del tema clinico formativo. Si ha che: 1 caso grezzo --> 1 caso referente --> --> n casi didattici I casi referenti, grazie ad una classificazione in linea con quella definita a livello europeo, sono inseriti in un DB di casi referenti; da tale DB si estrae il caso di partenza per generare il caso didattico.	
<i>Classe di</i>	Categoria di <i>health issues</i> che hanno uno o più elementi	

<i>Health Issue</i>	comuni. Ad es.: tutti gli H.I. che corrispondono ad una classe ICD-9 o che sono di tipo “fattore di rischio”.	
<i>Clinica</i>	Disciplina che ha per oggetto l’esame, lo studio e la cura del malato.	Diz. Medicina Treccani, 2010
<i>Clinical-guard condition</i>	Guard condition esprime vincoli legati a condizioni cliniche.	
<i>Co-morbosità</i>	Indica la coesistenza di più patologie diverse in uno stesso paziente.	
<i>Condizione di rischio</i>	Elemento di rischio esterno, come il fumo.	
<i>Contatto</i>	Raggruppamento di uno o più servizi prestazioni assistenziali in favore di un assistito erogati da un’organizzazione socio-sanitaria o da un singolo professionista in occasione di un incontro con l’assistito.	
<i>Corsia</i>	È la raccolta ordinata temporalmente dei problemi clinici di un paziente relativi a una ben preciso apparato anatomico (body system).	
<i>Diagnosi</i>	Procedura consistente nell’interpretazione di segni e sintomi raccolti quali manifestazioni di un processo patologico in atto o pregresso.	Diz. Medicina Treccani, 2010
<i>Disturbo</i>	Leggera irregolarità o disordine nelle funzioni organiche.	Diz. Medicina Treccani, 2010
<i>Elemento di rischio</i>	I fattori di rischio sono caratteristiche che aumentano la probabilità di insorgenza di una malattia o di un evento avverso.	Elemento coincide con la definizione data da Ist. Superiore di Sanità
<i>Episodio di cura</i>	Workflow dei contatti eseguiti in risposta ad un problema di salute sorto; esso nasce da una customizzazione del protocollo corrispondente sulle caratteristiche del paziente. Pertanto, dal punto di vista gestionale, l’episodio di cura è il percorso di cura effettivamente eseguito; i contatti che lo compongono sono completamente definiti e sequenziali tra loro.	
<i>Evento fisiopatologico</i>	<p>Gli eventi fisiopatologici sono:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ipo-funzione (compresa la “funzione strutturale”, come nella debolezza di parete o nelle stenosi dei lumi) 2. iper-funzione (assoluta o relativa ad un contesto) 3. dis-funzione (la funzione non è ipo o iper ma attivata nella sequenza e/o al momento sbagliato o un errore di sviluppo) 	

<i>Fattore di rischio</i>	Elemento di rischio interno come la familiarità.	
<i>Fisiopatologia</i>	Disciplina medica che studia le modificazioni presentate dalle funzioni organiche nel corso di una qualsiasi condizione patologica.	Diz. Medicina Treccani, 2010
<i>Guard condition</i>	Guard conditions in UML. Guard conditions affect the behavior of a state machine by enabling actions or transitions only when they evaluate to TRUE and disabling them when they evaluate to FALSE. In the UML notation, guard conditions are shown in square brackets (e.g., [key_count == 0]) ³⁷ .	http://www.agilemodeling.com/style/activityDiagram.htm#Guards https://en.wikipedia.org/wiki/UML_state_machine#Guard_conditions
<i>Livello</i>	E' la visione della storia clinica di un paziente secondo una specifica, possibile prospettiva.	
<i>Modello f-HIN</i>	È lo strumento user-friendly che ha il medico docente per formalizzare la descrizione di percorso evolutivo di un health issue relativo ad una generica persona e quindi verificare il rispetto di varie proprietà.	
<i>Modello f-HINe</i>	È lo strumento user-friendly che ha il medico docente per formalizzare la descrizione di percorso evolutivo di un health issue relativo ad un paziente reale e quindi verificare il rispetto di varie proprietà.	
<i>Modello HIN</i>	È lo strumento per formalizzare la descrizione di percorso evolutivo di un health issue relative ad una persona generica.	
<i>Modello HINe</i>	È lo strumento user-friendly che ha il medico docente per formalizzare la descrizione di percorso evolutivo di un health issue relative ad un paziente reale.	
<i>Health issue</i>	Representation of an health issue related to a subject of care as identified by one or more healthcare actors. According to this definition, an health issue can correspond to a health problem, a disease, a illness or another kind of health condition. ³⁸	ContSys [ISO standard and CEN]: EN ISO 13940:2015
<i>Iatrogeno</i>	Una malattia o un disturbo provocato da agenti medicinali o	Dizionario

³⁷ “Guard condition in UML. Le guard condition influenzano il comportamento di una macchina a stato abilitando azioni o transizioni solo quando valutano a VERO e disabilitandole quando valutano a FALSO. Nella notazione UML, le condizioni di guardia sono indicate tra parentesi quadre (ad esempio, [key_count == 0])“

³⁸ “Rappresentazione di un *health issue* relativo a un argomento di cura come identificato da uno o più attori sanitari. Secondo questa definizione, un health issue può corrispondere a un problema di salute, una malattia, una malattia o un altro tipo di condizione di salute.”

	manovre terapeutiche.	medico Larousse, 2005
<i>Ipotesi diagnostica</i>	Supposizione preliminare di una diagnosi, fondata su indizi e congetture. È parte del procedimento clinico diagnostico.	
<i>Obiettivo formativo</i>	Obiettivo formativo è la meta di un processo d'insegnamento e apprendimento ed è quindi la traduzione degli obiettivi generali in risposta ad un bisogno formativo, dichiarando in modo esplicito il traguardo che si vuole raggiungere.	
<i>Obiettivo formativo specifico</i>	Un obiettivo specifico è il risultato di apprendimento atteso alla fine dell'esperienza didattica. È formulato con una frase composta da un verbo (ad esempio, "ipotizzare", "gestire", etc.), un contenuto e un contesto.	
<i>Patient summary - Profilo Sanitario Sintetico</i>	Documento informatico sanitario che riassume la storia clinica del paziente e la sua situazione corrente.	Linee guida del Ministero della salute sul fascicolo sanitario elettronico, novembre 2010
<i>Piano di cura (care plan)</i>	Dynamic personalized statement, based on needs assessment and identification of healthcare objectives and healthcare goals, of healthcare activities relating to one or more specified health issues in a healthcare process. ³⁹	ContSys [ISO standard and CEN]: EN ISO 13940:2015
<i>Processo fondamentale</i>	I processi fondamentali sono: <ol style="list-style-type: none"> 1. trauma o lesione da agente chimico/fisico 2. infiammazione (in senso ampio, comprese le infezioni e le allergie) 3. neoplasie 4. alterazione funzionale 5. ipossia/ischemia/necrosi 	
<i>Reperto</i>	I reperti sono di laboratorio, di radiologia (rx), di anatomia patologica, di altra diagnostica funzionale tipo ad esempio ECG.	
<i>Rischio</i>	Probabilità che un paziente sia vittima di un evento avverso, cioè subisca un qualsiasi "danno o disagio imputabile, anche se in modo involontario, alle cure mediche prestate durante il periodo di degenza, che causa un prolungamento del periodo di degenza, un peggioramento delle condizioni di salute o la morte".	Kohn L., Carrigan J., Donalson M., "To erroe is human building a safer health

³⁹ "Istruzioni dinamiche personalizzate, basate sulla valutazione dei bisogni e sull'identificazione degli obiettivi sanitari e degli obiettivi di assistenza sanitaria, delle attività sanitarie relative a una o più questioni sanitarie specifiche in un processo sanitario."

		system”, National Academy Press, 1999
<i>Segno</i>	Un fatto, una manifestazione, un fenomeno rilevato da un medico da cui si possono trarre indizi, deduzioni, conoscenze etc.	Diz. Medicina Treccani, 2010
<i>Semeiotica</i>	Disciplina medica che ha per oggetto il rilievo e lo studio dei segni che orientano verso la diagnosi.	Diz. Medicina Treccani, 2010
<i>Sintomo</i>	Fenomeno riferito da un paziente con cui si manifesta lo stato di malattia.	Diz. Medicina Treccani, 2010
<i>Stato morboso</i>	Stato dovuto all'azione svolta sui tessuti dell'organismo da sostanze per sé stesse nocive, o divenute tali per particolari condizioni (concentrazione elevata, diminuzione dei normali poteri organici di difesa, alterazione della crasi sanguigna etc.). Alterazione transitoria e entro limiti reversibile concernente quei processi fisico-chimici, detti omeostatici, attraverso i quali l'organismo preserva la propria individualità in equilibrio dinamico con l'ambiente.	Diz. Medicina Treccani, 2010
<i>Static branch point</i>	The static branch point allows a transition arrow to split into two or more paths and also two or more arrows to join. ⁴⁰	[UML 2003]
<i>Temporal-guard condition</i>	Guard condition esprime vincoli temporali prevalentemente tra condizioni cliniche.	
<i>Vista</i>	La vista è il modello f-HINE che descrive il caso didattico ed è generata dalla visione integrata.	
<i>Visione integrata</i>	La visione integrata è il modello f-HINE che descrive il caso referente, dal quale si generano le singole viste.	

⁴⁰“ Il punto di diramazione statico consente di far scorrere una freccia di traslazione in uno o più percorsi e anche di unire due o più frecce.”

