

TRIZ

**Teoria per la risoluzione
inventiva dei problemi**

Breve presentazione

A cura di:

Corrado Di Nicola Ciaranca

Politecnico Innovazione

Via Garofalo 39
20133 Milano
Tel. +39 02 2399.2961
Fax. + 39 02 2399.2960
info@cpi.polimi.it
www.cpi.polimi.it

1 Che cos'è e a cosa serve

TRIZ è una metodologia per innovare in modo sistematico. TRIZ è un acronimo russo traducibile con “Teoria per la Risoluzione Inventiva dei problemi”. E' un metodo e un insieme di strumenti che supportano il progettista/ricercatore nella soluzione di problemi industriali anche particolarmente complessi. Si basa sull'osservazione che qualcuno, da qualche parte del mondo, ha già risolto un problema simile a quello che si deve affrontare. Tale osservazione è il frutto dell'analisi sistematica di centinaia di migliaia di brevetti effettuata da G. Altshuller e dai suoi collaboratori a partire dagli anni '40. E' possibile quindi “creare” la soluzione se si trova il modo con cui è stato affrontato il problema in campi e settori del tutto diversi e lo si adatta al caso che si sta analizzando. La soluzione viene creata grazie a un valido metodo progettuale e a potenti strumenti di ricerca all'interno di banche dati brevettuali.

TRIZ propone quindi un approccio sistematico per trasferire le soluzioni concettuali da un campo tecnico a un altro, cerca connessioni tra oggetti e fenomeni diversi in apparenza privi di alcuna relazione, lavora sull'analogia tra sistemi tecnici differenti, obbliga il progettista a vedere il problema sotto differenti e molteplici aspetti. Il buon progettista deve così affiancare alla conoscenza tecnica e scientifica la capacità creativa e innovativa.

Tutto questo per mettere a punto un prodotto, o un processo, che si differenzi per creatività e invenzione o per il modo originale con cui viene soddisfatto un bisogno.

La metodologia TRIZ può essere usata dalle imprese per:

- risolvere problemi tecnici (innovare tecnologie, prodotti e processi)
- risolvere problemi non tecnici (Business concept, marketing, etc...)
- codificare le conoscenze svincolandosi dalle conoscenze implicite (Knowledge management)
- migliorare l'approccio all'innovazione delle aziende (integrazione con altri metodi)
- predire l'evoluzione della tecnologia e dei prodotti
- cercare nuove applicazioni alle tecnologie (marketing delle tecnologie)

1.1 Alle origini

La teoria TRIZ è stata sviluppata in Russia a partire dal 1946 ad opera di Genrich Altshuller. Questo giovane ingegnere si proponeva di catturare il processo creativo in ambito tecnico, codificarlo e renderlo ripetibile e applicabile: intendeva definire una teoria dell'invenzione per affrontare di tutti i tipi di problemi tecnici. Cominciò con l'analizzare un grande numero di brevetti studiando il risultato dell'attività inventiva. Dedusse che a un livello astratto lo stesso problema può essere trovato in ogni campo tecnologico e che, sempre in astratto, le soluzioni sono sempre le stesse. Soluzioni concettualmente identiche possono così essere applicate a problemi tecnici in apparenza diversi.

TRIZ rimase confinata nell'URSS fino a pochi decenni fa. Infatti solo dopo la caduta del muro di Berlino (1989), la conseguente apertura delle porte all'occidente da parte dell'Est europeo ha permesso la diffusione della teoria TRIZ nel resto del mondo, in particolare negli USA e nei Paesi Orientali e viene utilizzata da grandi imprese come General Motor, Whirlpool, Motorola e Samsung, che ha introdotto diversi livelli formativi su TRIZ al suo interno, compresa una formazione di base per tutti i suoi progettisti.

1.2 Evoluzione

Dall'originale contesto di applicazione, soprattutto problemi tecnici in ambito chimico, metallurgico, tecnologico e ovviamente meccanico, il TRIZ ha allargato il suo raggio d'azione a svariati campi della tecnica e i suoi concetti cardine vengono applicati anche a problemi di natura gestionale, di marketing e così via. In questa nuova veste TRIZ viene proposto alle imprese come strumento cardine per l'innovazione sistematica, supportato anche dallo sviluppo di software appositamente realizzati per facilitare l'applicazione della metodologia nelle fasi di analisi e di miglioramento dei sistemi tecnici.

Esiste oggi una ricca banca dati organizzata per categorie di problematiche e soluzioni interrogabile secondo diverse modalità e linee guida (gli strumenti) molto utili per sviluppare un progetto. Analizzando brevetti provenienti da varie aree scientifiche, si trovano quindi le direzioni sulle quali muoversi durante la ricerca per arrivare alla soluzione tecnica specifica.

Per progettare con la metodologia TRIZ ed usare i relativi strumenti, è comunque necessaria una specifica professionalità: un'impresa può formare al proprio interno personale dedicato o sfruttare competenze esterne.

2 Metodo

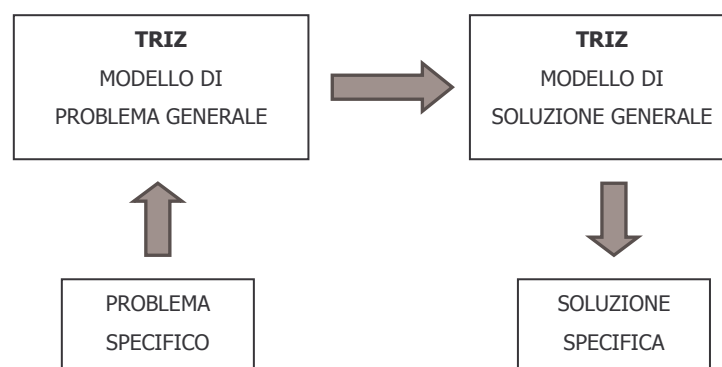
2.1 Concetti base

La metodologia TRIZ si basa sul concetto fondamentale di evoluzione dei sistemi tecnici:

- L'evoluzione di un sistema tecnico è governata da leggi oggettive
- Un sistema tecnico si evolve verso una maggiore idealità

Le leggi possono essere interpretate, l'evoluzione indirizzata e velocizzata. Questo significa innovazione sistematica.

La risoluzione dei problemi viene affrontata tramite l'**astrazione** dal contesto specifico, in modo da limitare le possibilità **inerzia psicologica**:



Ogni componente del sistema svolge una funzione. Il processo di astrazione permette di considerare solo la funzione e non più lo specifico componente, e quindi tutti i possibili sistemi in grado di svolgere la stessa funzione in modo più performante. Tra tutte le possibili soluzioni esiste la soluzione innovativa del problema, attinta da un settore tecnico diverso dal campo in cui il problema è stato generato.

L'**idealità** di un sistema meccanico si può intendere come la tendenza del sistema ad una maggior semplificazione per svolgere le funzioni richieste. Un sistema di massima idealità riesce a svolgere le funzioni cui è preposto senza "esistere". L'ingegneria convenzionale stabilisce che:

"è richiesto di svolgere tali e tali funzioni, quindi sono necessarie tali e tali dispositivi"

TRIZ sostiene invece che:

"è richiesto di svolgere tali e tali funzioni senza introdurre nuovi meccanismi o dispositivi all'interno del sistema"

2.2 Strumenti

Gli strumenti basilari e di più semplice comprensione per chi approccia alla metodologia TRIZ per la risoluzione dei problemi sono:

- Trend di Evoluzione
- Analisi Funzioni e Attributi
- Matrice delle contraddizioni e Principi inventivi

Trend di Evoluzione: sono percorsi di possibile evoluzione di un sistema tecnico. I trend evolutivi riconosciuti dai TRIZ experts sono in tutto 35. Di questi Altshuller ne ha codificato solo 8, poi espansi dai diversi successori e collaboratori, e divisi successivamente in tre macrosezioni

- Space: le tendenze di evoluzione relative a spazi e geometrie del sistema
- Time: le tendenze di evoluzione relative al tempo, alla periodicità delle azioni
- Interface: tendenze relative all'interazione del sistema col mondo esterno, utilizzatori e altri sistemi

Ogni trend è diviso in un certo numero di step. Quindi, nota la posizione del sistema in esame, è possibile prevedere in che direzione si evolverà e indirizzare la ricerca nella giusta direzione.

Analisi Funzione e Attributi: questo tipo di analisi costituisce un metodo sistematico attraverso cui è possibile analizzare in dettaglio un sistema tecnico, focalizzandosi sulle relazioni tecniche esistenti all'interno del sistema. L'essenza di un sistema tecnico è costituita dall'insieme delle funzioni che questo assolve. Ogni componente del sistema tecnico viene studiato e analizzato per comprendere qual è la sua funzione e quali sono gli attributi tecnici (ad esempio massa, volume, rugosità ecc) che lo caratterizzano. Concentrandosi sulle funzioni e non sulle parti del sistema è possibile trovare soluzioni tecniche tali da svolgere la funzione richiesta, ma che non appartengono al settore di riferimento del problema.

Matrice delle contraddizioni: Il padre del TRIZ, G.Altshuller ha stilato una lista di 39 parametri tecnici che possono caratterizzare un sistema tecnico. Per ogni problema tecnico almeno due di questi parametri sono posti in contraddizione. Una soluzione tradizionale prevede un compromesso, mentre una soluzione innovativa

elimina la contraddizione. Esistono infatti 40 principi inventivi, stilati sempre da Altshuller, che consistono in suggerimenti alla progettazione per la risoluzione inventiva delle possibili contraddizioni tecniche. I 39 parametri sono organizzati in una matrice, da un lato la prestazione da migliorare e dall'altro l'effetto negativo da limitare, per ogni incontro sono indicati i principi che statisticamente sono risultati più efficaci per lo sviluppo di soluzioni efficaci al problema.

2.3 Software

Negli ultimi anni lo sviluppo delle applicazioni della metodologia TRIZ ha portato allo sviluppo di diversi software dedicati, atti a facilitare e semplificare l'applicazione della metodologia. Ogni software, possiede specifiche caratteristiche. L'elenco proposto contiene i principali software presenti sul mercato:

- | | |
|-------------------------|--|
| – Innovation Suite™ | www.creax.com |
| – Goldfire Innovator™ | www.invention-machine.com |
| – Innovation Workbench™ | www.ideationtriz.com |
| – TriSolver | www.trisolver.com |

È importante specificare che i software sono progettati per facilitare l'uso della metodologia TRIZ, ciò significa che l'utente deve avere le basi tecniche di conoscenza del metodo e degli strumenti di TRIZ.

3 Esempi di applicazione della metodologia

I seguenti esempi sono stati pensati per avvicinare in maniera diretta il lettore alla metodologia TRIZ. Alcuni di questi esempi sono casi reali in cui TRIZ è stato applicato con successo, altri invece sono casi realistici, in cui l'applicazione di TRIZ è volutamente facilitata per semplificare la comprensione dei meccanismi di funzionamento.

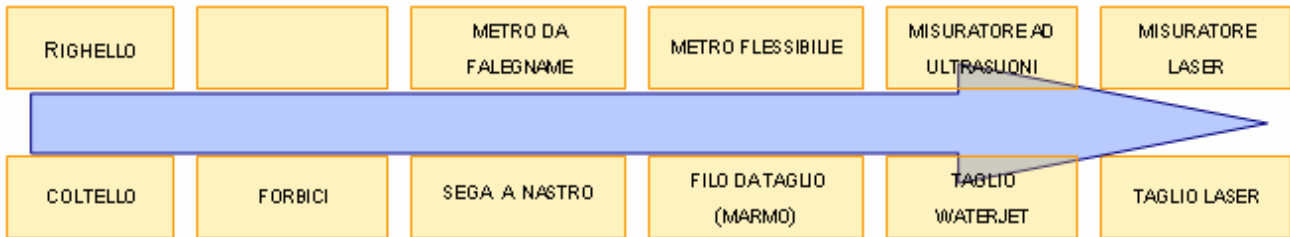
- Tendenze evolutive: Dynamization
- Funzioni: valvole per cuori artificiali
- Matrice delle contraddizioni: resistenza Vs. leggerezza
- Verso la semplicità dei sistemi: penna Vs. matita
- Verso il sistema ideale: contenitore di prova di resistenza agli acidi

3.1 Tendenze evolutive: Dynamization

Come detto esistono molteplici Tendenze evolutive. Per comprendere cosa in effetti è una Tendenza si consideri la Tendenza evolutiva "Dynamization":



È possibile riscontrare questo percorso evolutivo in molteplici sistemi tecnici, ad esempio, nell'evoluzione dei sistemi di misura e dei sistemi di taglio:



3.2 Funzioni: valvole per cuori artificiali

Questo esempio è tratto da una reale applicazione nel campo biomedico, e viene presentata dal TRIZ Master Victor Fey nelle sue conferenze.

Le prime valvole per i cuori artificiali presentavano il problema che il materiale con cui erano costruite danneggiava i globuli rossi a causa dell'elevata rugosità superficiale (si tenga conto delle dimensioni micrometriche dei globuli), creando così dei grumi pericolosi, capaci di bloccare l'afflusso di sangue al cuore. La necessità di rendere le valvole compatibili con il corpo umano non permetteva di cambiare il materiale, scelto perché questo limitava il rigetto. Per anni si è cercato di migliorare la tecnologia produttiva per realizzare finiture superficiali sempre migliori seguendo una logica di progettazione tradizionale.

L'analisi funzionale indica che è sufficiente depositare uno strato di globuli rossi sacrificali, aderenti alla parete della valvola, volto a limitare il contatto degli altri globuli con le pareti. Per svolgere questa funzione è sufficiente modificare uno degli attributi del sistema: la rugosità superficiale deve essere incrementata in modo da aumentare lo spessore dello strato limite di fluido, ovvero fare esattamente il contrario di quello che si era fatto fino a quel momento.

Questa soluzione, ottenuta per la prima volta da un ingegnere biomedico russo, è semplice e immediata, e proviene da settori tecnici completamente diversi dal settore biomedicale di partenza. Si noterà la somiglianza concettuale con le palline da golf: anche in questo caso per ottenere l'aumento dell'altezza dello strato limite si rende la superficie più rugosa con delle apposite cavità.

3.3 Matrice delle contraddizioni: resistenza Vs. leggerezza

La matrice è costituita da una tabella a due entrate, sull'asse verticale sono indicati tutti i 39 parametri. Questo asse rappresenta i parametri da migliorare. Sull'asse orizzontale gli stessi parametri rappresentano le caratteristiche del sistema che vanno a peggiorare. Ogni contraddizione tecnica vede contrapposto un parametro dell'asse orizzontale (effetto negativo) e uno dell'asse verticale (aspetto che si intende migliorare) e in ogni casella sono indicati i principi da seguire per la contraddizione specifica del problema in esame. Va da sé che sulla diagonale sono presenti i principi per il superamento delle contraddizioni fisiche. Viene riportato un estratto della matrice:

		worsening features											
		1	2	3	4	...	9	10	...	14	...	39	
		Weight of moving object	Weight of stationary	Length of moving object	Length of stationary	...	Speed	Force (Intensity)	...	Strength	...	Productivity	
improving features	1	Weight of moving object	***		15 8 29 34			28 15 38	8 10 18 37		28 27 18 40		35 3 24 37
	2	Weight of stationary		***		10 1 29 35			8 10 19 35		28 2 10 27		1 28 15 35
	3	Length of moving object	8 15 29 34		***			13 4 8	17 10 4		8 35 29 34		14 4 28 29
	4	Length of stationary		35 40 28 29		***			28 10		15 14 28 26		30 14 7 26
											
	9	Speed	2 28 13 38		13 14 8			***	13 28 15 19		8 3 26 14		
	10	Force (Intensity)	1 8 37 18	18 13 1 28	17 19 9 36	28 10		13 28 15 12	***		35 10 14 27		3 28 35 37
											
	14	Strength	1 8 40 15	40 26 27 1	1 15 8 35	15 14 28 26		8 13 26 14	10 18 3 14		***		29 35 10 14
											
39	Productivity	35 26 24 37	28 27 13 3	18 4 28 38	30 7 14 26			28 15 10 36		29 28 10 18		***	

Le caselle vuote indicano contraddizioni tecniche per le quali l'analisi statistica non ha condotto ad un numero "robusto" di suggerimenti per il superamento delle contraddizioni: ad esempio "speed" e "weight of stationary" non possono essere accoppiate.

Si consideri quindi un tradizionale problema della progettazione in cui si vuole aumentare il carico massimo supportabile di una struttura statica senza incremento di massa. Da un lato si avrà la caratteristica da migliorare: il carico massimo riconducibile a "Strength"; dall'altro il parametro che in contrapposizione vede un effetto negativo, ovvero "Weight of stationary". I principi suggeriti sono:

- 40. Composite materials
- 26. Copying
- 27. Cheap short-living objects
- 1. Segmentation

Per la particolare applicazione è possibile pensare di realizzare il componente in materiale composito (principio 40) o segmentarlo, ovvero passare per esempio da una struttura piena ad un telaio fatto di travi unite. È bene osservare che è comunque necessario interpretare il principio scelto per ottenere dalla soluzione generale (il principio appunto) la soluzione specifica del problema.

Si noti infine che le soluzioni proposte sono volutamente "poco inventive" per focalizzare l'attenzione sulla comprensione del metodo.

3.4 Verso la semplicità dei sistemi: penna Vs. matita

Durante la conquista dello spazio, nei primi anni '60, uno dei problemi che venne posto agli scienziati, sia Russi sia Americani, era costituito dalla necessità da parte degli astronauti di scrivere i loro appunti. La tecnologia allora disponibile, penne stilografiche o a sfera, era inadatta, perché in entrambi questi dispositivi l'inchiostro cola per gravità verso il pennino o verso la sfera. Si trattava quindi di un problema tecnico di carattere innovativo (nessuno era mai stato in assenza di gravità) e lo stato dell'arte non forniva alcuna soluzione. La NASA finanzia

un progetto di ricerca per sviluppare una penna in grado di scrivere anche nello spazio, con un raffinato sistema di molle per premere la cartuccia di inchiostro, che doveva essere messa in pressione prima di essere sigillata. Questa penna viene venduta anche come gadget, e ancora oggi è possibile reperirla in alcuni negozi specializzati. La soluzione adottata dagli scienziati russi, che sposa appieno la filosofia TRIZ, fu di equipaggiare i loro astronauti di matite.

Si può osservare che la soluzione in “stile TRIZ” è decisamente più semplice e più economica. E' la tipica soluzione che suscita la domanda: “perché io non ci ho pensato?”

3.5 Verso il sistema ideale: contenitore di prova di resistenza agli acidi

Questo esempio è tratto da una reale applicazione nel campo della sperimentazione scientifica e viene presentato dal TRIZ Master Victor Fey nelle sue conferenze.

Per eseguire dei test di resistenza alla corrosione dei materiali alcuni provini vengono immersi in un recipiente pieno di uno specifico acido. Il recipiente deve essere rivestito internamente con uno strato protettivo per impedire che si corroda durante l'esperimento. Tuttavia l'evidenza dei fatti ha dimostrato che lo strato di protezione si corrode anch'esso in minima parte, influenzando le reazioni chimiche tra l'acido ed il provino immerso. Che fare?

La soluzione ideale dal punto di vista del TRIZ prevede che il recipiente scompaia: infatti dal punto di vista concettuale per realizzare l'esperimento servono solo l'acido ed il provino. La soluzione implementata nella realtà consiste nel realizzare il recipiente che contiene l'acido col materiale da testare. In questo modo la funzione “Recipiente” si unisce alla funzione “Provino”, ottenendo il risultato sperato (lo strato di protezione non influenza più l'esperimento perché non c'è più) e semplificando notevolmente il sistema.

4 Bibliografia

4.1 Testi

- **Altshuller G.** *Creativity as an exact science*, Gordon & Breach, New York 1984.
- **Altshuller G.**, *40 Principles TRIZ key to technical innovation*, Technical innovation center, Worcester Ma, 1998
- **Altshuller G.** *The Innovation Algorithm, TRIZ, systematic innovation and technical creativity* Technical Innovation Center, Inc, Worcester, MA.
- **Busov B., Mann D.**, *Case studies in TRIZ: A novel heat exchanger (Use of Function Analysis modelling to find and eliminate contradictions)*, May 1999.
- **Kalevi R. and Domb E.**, *Simplified TRIZ*, St. Lucie Press, 2002.
- **Mann D.**, *Hands-On Systematic Innovation*, Creax, 2002.
- **Salamatov Y.** *TRIZ: The right solution at the right time* Insytec, The Netherlands 1999.

4.2 Articoli

- **AA.VV.** , *TRIZ Future Conference 2004 Florence 3-5 November 2004*, Firenze University Press, 2004
- **AA.VV.** , *World Conference TRIZ Future 2005 Graz 16 – 18 November 2005*, Leykam Press, 2005
- **Care I., Mann D.**, *Mind-mapping and TRIZ*, The TRIZ Journal, January 2001.
- **Domb E.**, *Strategic TRIZ and Tactical TRIZ: Using the Technology Evolution Tools*, The TRIZ Journal, January, 2000.
- **Cascini G., Pieroni N., Rissone P.**, *Plastic design: integrative TRIZ creativity and semantic knowledge portals*, proceedings of the Fourth International Symposium on Tools and Methods of Competitive Engineering (with referee), Wuhan, April 22-26 2002.
- **Cascini G., Rissoni P., Russo D.**, *TRIZ Innovazione nella progettazione*, Innovare, n. 4/2003
- **Cascini G., Rissoni P., Russo D.**, *Creatività TRIZ e portali di conoscenza*, Innovare, n. 1/2004 e n. 2/2004
- **Cugini U.**, *Per creare ci vuole metodo*, Alfa-Il Sole 24 Ore, 28 aprile 2005
- **Hsing J.**, *Conflict Resolution Using TRIZ and Design of Experiment (DOE)*, The Altshuller Institute, March 2001.

Mann D., *System Operator Tutorial in 9-Windows On The World*, Department of Mechanical Engineering University of Bath, 2001