

I.S. "E.FERMI" - MANTOVA

# DIDATTICA PER PROBLEMI

Report Corso di Formazione in servizio LLP  
"Problem Management and Effective  
Education Based on TRIZ"

Krisnel Nosari

2012

***"Creativity is not a born gift.  
Every engineer can learn to be inventive."***

Genrich Altshuller

## **DIDATTICA PER PROBLEMI**

Con l'espressione "didattica per situazioni-problema" si intende una strategia educativa fondata sulla presentazione agli studenti di problemi significativi, complessi, tratti dal mondo reale o costruiti in modo realistico, strutturati in modo tale da non prevedere un'unica risposta specifica corretta o un risultato prestabilito.

Attraverso questa strategia è possibile aumentare le proprie abilità di relazione con gli altri, sviluppare lo spirito creativo, data l'assenza di un'unica risposta corretta prestabilita, nonché mantenere elevato il livello di motivazione, in quanto la forma d'apprendimento adottata risulta più significativa e coinvolgente, rispetto a quelle tradizionali, favorendo il consolidamento del sapere, e la focalizzazione più sul processo con cui viene raggiunta una soluzione, che non sulla stessa.

Un buon apprendimento è legato alla risoluzione di problemi, più soluzioni si trovano, più si impara a trovarne, un po' perché ci si rende davvero conto di come funzionano le cose (le leggi di natura che le governano), un po' perché si diventa più esperti sul come si possono risolvere.

Spesso la difficoltà che si incontra nella risoluzione del problema nasce dal coinvolgimento emotivo che porta a perdere la lucidità d'interpretazione; da situazioni che impediscono di trovare nuove strategie risolutive, creando comportamenti negativi e pessimistici.

Per poter migliorare la capacità risolutiva, un metodo che si è rivelato molto efficace è quello del problem solving che trae il suo significato, non solo dal fatto che assume una valenza formativa, ma anche perché NASCE DA UNA DOMANDA.

Un problema generalmente trae origine da una domanda e la scuola deve configurarsi come luogo delle domande. Domande che provengono non solo dai docenti ma anche dagli alunni.

Un proverbio cinese dice: < Se dai un pesce ad un affamato lo sfami per un giorno, se gli insegni a pescare lo sfami per la vita.>

Questo è uno dei compiti della scuola, insegnare agli alunni come affrontare problemi, ovvero insegnare ad apprendere.

L'apprendimento per scoperta risulta quindi adatto ad una scuola che deve operare in una società in rapida trasformazione, dove è importante acquisire oltre che ad un buon bagaglio di conoscenze, anche la capacità di affrontare nuove situazioni e soprattutto il desiderio di apprendere, imparare e studiare, recuperando la ricerca e l'amore per il sapere.

Se si presta attenzione alle varie job description in circolazione, si vedrà che uno dei requisiti "indispensabili" che la persona ricercata, soprattutto in ambito tecnico, deve possedere è appunto il problem solving.

Va ricordato però che il problem solving non è solo il saper risolvere i problemi, ma anche (detto sinteticamente) l'insieme di attività volte a migliorare il funzionamento di un processo.

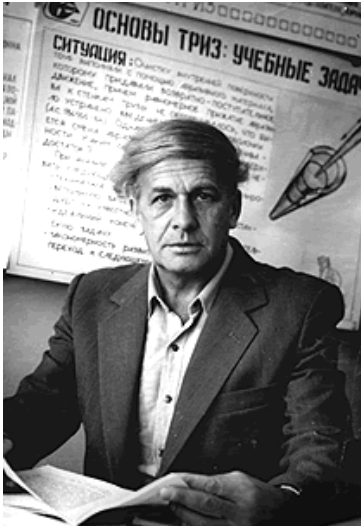
Così una volta individuato il problema vanno analizzate nel dettaglio, le possibili soluzioni che andranno condivise mettendo alla fine in pratica la soluzione definitiva.

### **Problem Solving con TRIZ**

TRIZ è l'acronimo del termine russo "Теория решения изобретательских задач" (Теория Resheniya Izobretatelskikh Zadatch) che significa letteralmente "Teoria per risolvere i problemi degli inventori". Questa teoria è stata sviluppata dal ricercatore sovietico Genrich Altshuller e dai suoi collaboratori a partire dal 1946. Rispetto ai metodi psicologici a sostegno della creatività, la TRIZ permette una migliore definizione dei problemi, trae vantaggio da soluzioni sviluppate anche in altri settori, aiuta ed evitare soluzioni di compromesso favorendo il raggiungimento del risultato ideale.

## Un po' di storia:

Nel 400 a.c. il greco Pappos definì la parola “euristica” come la scienza del fare scoperte e invenzioni. Le parole *scoperta* ed *invenzione* hanno anch'esse un ampio significato, che include il prodotto del lavoro di artisti, ecc., ma euristica identifica un processo per la soluzione dei problemi. Genrich Altshuller (15/10/1926 – 24/09/1998) diede nuova vita all'euristica attraverso il suo processo per l'innovazione sistematica.



Altshuller, che amava nuotare sott'acqua, a 14 anni depositò il suo primo brevetto per un equipaggiamento subacqueo: un dispositivo che generava ossigeno a partire da perossido di idrogeno; senza averne coscienza aveva già applicato il concetto di risoluzione delle contraddizioni senza compromessi, utilizzando risorse facilmente disponibili.

L'anno successivo costruì un'imbarcazione a motore a razzo impiegando come combustibile il carburo. Continuò poi la sua carriera di inventore individuando un metodo per fuggire da un sottomarino in avaria senza attrezzatura subacquea.

Impiegato all'ufficio brevetti, analizzando migliaia di invenzioni scoprì che dietro ad ogni soluzione creativa è presente la rimozione di una contraddizione tecnica e di un conflitto tra due elementi inversamente proporzionali per cui il miglioramento di uno, causa,

spesso, il peggioramento di un altro.

La sua carriera d'inventore iniziò sotto il regime di Josef Stalin, e quando con l'amico di gioventù Raphael Shapiro, entusiasti dai progressi della loro ricerca, decisero nel 1948 di scrivergli una lettera dove esprimevano delle critiche al processo di innovazione della nazione, proponendo azioni di miglioramento, tramite il metodo TRIZ, sebbene in forma embrionale, furono accusati di “inventare allo scopo di danneggiare il paese”. Il loro patriottismo e le loro idee non furono riconosciute ma anzi provocarono una reazione negativa, che li portò ad una condanna a 25 anni di campo di prigionia in Siberia. Quello che doveva essere un periodo di vita infernale, si rivelò grazie ai compagni di prigionia, un periodo di particolare produttività per Altshuller. Infatti centinaia tra professori, musicisti, artisti e scienziati erano “ospitati” nei campi e questo si trasformò per lui in una sorta di università privata., malgrado le difficoltà ed il divieto assoluto di scrivere, egli continuò a sviluppare la sua scienza dell'innovazione, grazie alle proprie capacità mnemoniche ed analitiche, arrivando a identificare le leggi di evoluzione dei sistemi tecnologici ed i metodi per la risoluzione dei problemi inventivi.

Stalin morì nel 1953 e Altshuller e Shapiro rilasciati l'anno successivo, ricominciarono a sviluppare le loro idee. Altshuller lavorò anche come giornalista e proprio scrivendo libri ed articoli riuscì a diffondere la sua metodologia in tutte l'Unione Sovietica, prima di riuscire ad “esportarla” all'estero grazie al movimento di sviluppato da scienziati ed intellettuali intorno al TRIZ.

Shapiro invece dopo aver scritto il suo primo libro sul TRIZ perse interesse nello sviluppo del metodo.

In pratica il TRIZ è un metodo che si basa su regole scientifiche definendo un processo risolutivo del problema posto e fornendo lo strumento di analisi scelta. Le sue basi sono lo studio esteso di tutta la letteratura dei brevetti e dei patents, l'identificazione e l'assegnazione di un valore di contribuzione innovativa ad ognuno di essi.

Si può quindi definire come una metodologia scientifica di approccio ai problemi di natura tecnologica, organizzativa e di sistema; come uno strumento operativo che permette ai tecnici ed ai ricercatori di pensare creativamente, con metodo strutturato, sistematico e permanente.

### **Evoluzione:**

Dall'originale contesto di applicazione, soprattutto problemi tecnici di tipo metallurgico, tecnologico, chimico e d'ovviamente meccanico, il TRIZ ha allargato il suo raggio di azione a vari campi della tecnica applicando i concetti cardine anche a problemi di natura gestionale, di marketing, ecc.

Oggi esiste una ricca banca dati organizzata per categorie di problematiche e soluzioni interrogabile secondo diverse modalità e linee guida molto utile allo sviluppo di un progetto. Partendo dall'analisi di brevetti da varie aree scientifiche, si individuano quindi le direzioni sulle quali muoversi durante la ricerca per arrivare alla soluzione tecnica specifica.

I problemi che il TRIZ si propone di risolvere sono quelli difficili legati alla creatività, normalmente etichettati come impossibili, perché contengono al loro interno una contraddizione.

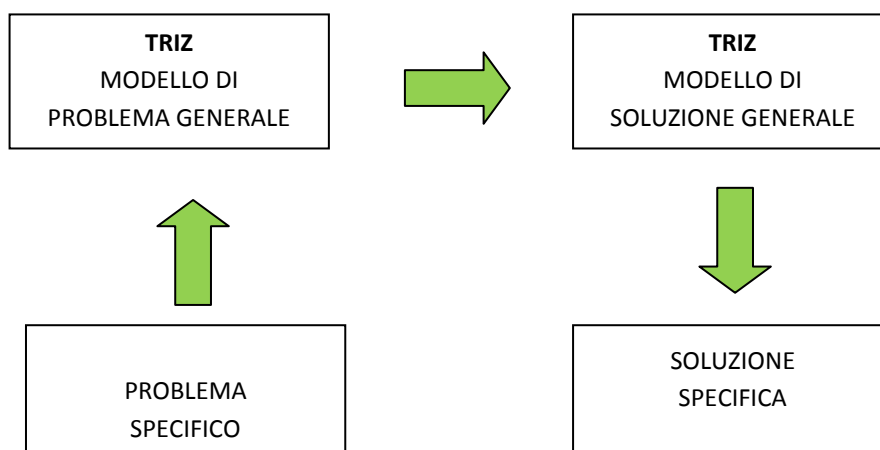
### **I concetti base della metodologia TRIZ sono:**

#### **Fondamentalmente il TRIZ si basa sul concetto 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 porta all'innovazione sistematica.

La risoluzione dei problemi viene affrontata tramite l'astrazione dal contesto specifico, in modo da limitare la possibile inerzia psicologica. Con inerzia psicologica si intende la tendenza a pensare sempre secondo uno stesso schema logico e a seguire gli stessi percorsi per trovare la soluzione ad un problema. Nel formulare il problema da risolvere, l'inerzia psicologica può portare a creare obiettivi errati; si tende a formulare il problema in una forma che sia strettamente correlata al particolare sistema che si sta analizzando.



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

L'idealità di un sistema può essere intesa come la tendenza del sistema ad una maggior esemplificazione al fine di svolgere le funzioni richieste. Un sistema di massima idealità è in grado di svolgere le funzioni cui è preposto senza "esistere". L'ingegneria convenzionale stabilisce che: "E' richiesto di svolgere tali e tali funzioni, quindi sono necessarie tali e tali dispositivi".

Il TRIZ invece sostiene che: "E' richiesto di svolgere tali e tali funzioni senza introdurre nuovi meccanismi o dispositivi all'interno del sistema".

### **Gli strumenti:**

Gli strumenti base e più semplici per chi si avvicina alla metodologia TRIZ sono:

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

Trend di Evoluzione: sono i percorsi di possibile evoluzione di un sistema tecnico. Quelli riconosciuti da TRIZ sono 35. Di questi Altshuller ne ha codificati solo 8, poi sviluppati dai collaboratori e suddivisi in tre macrosezioni:

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

Ogni trend è suddiviso in un certo numero di step; conoscendo quindi la posizione del sistema in esame, sarà possibile prevedere in che condizioni si evolverà indirizzando la ricerca nella giusta direzione.

Analisi Funzioni e Attributi: questa analisi costituisce un metodo sistematico attraverso cui analizzare in dettaglio un sistema, focalizzandosi sulle relazioni esistenti all'interno del sistema. L'essenza di un sistema è costituita dall'insieme delle funzioni che questo assolve. Ogni componente deve essere studiato ed analizzato al fine di comprendere qual è la sua funzione e quali sono gli attributi che lo caratterizzano (es° massa, volume, ecc.). concentrandosi sulle funzioni e non sulle parti del sistema sarà possibile trovare soluzioni tali da svolgere la funzione richiesta, ma che non appartengono al settore di riferimento del problema.

Matrice delle contraddizioni: Altshuller ha stilato una lista di 39 parametri che possono caratterizzare un sistema tecnico. Per ogni problema esistono almeno due di questi parametri sono posti in contraddizione. Una soluzione tradizionale prevede un compromesso, mentre una soluzione innovativa elimina la contraddizione. Esistono 40 principi inventivi, 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 maggiormente efficaci per lo sviluppo di soluzioni efficaci al problema.

*Letteralmente, una contraddizione significa "NO", ma più in generale si riferisce ad una proposizione che afferma qualcosa di apparentemente incompatibile. opposto.*

Ma cosa si intende per contraddizione: la contraddizione sorge, quando vi sono due specifiche di progetto in contrasto tra di loro, mutuamente escludenti, sullo stesso oggetto o sistema. Ad es° una bombola è in grado di sostenere pressioni elevate (positivo), ma il suo peso è cresciuto notevolmente (negativo). La contraddizione sorge dal conflitto tra di specifiche di progetto: lo spessore deve essere al tempo stesso spesso e sottile.

*Esempi di applicazione della metodologia:*

Alcuni di questi esempi sono casi anche reali a cui TRIZ è stato applicato con successo, altri invece sono casi realistici dove l'applicazione è volutamente facilitata per semplificare la comprensione dei meccanismi di funzionamento:

- Tendenze evolutive: Dynamization
- Funzioni: valvole
- 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

Quando un progettista affronta una contraddizione, che non può essere risolta con una riprogettazione tecnica del sistema, in un modo conosciuto, significa che si trova di fronte ad un problema di tipo inventivo. Ovvero i principi fondamentali per la soluzione sono al di fuori dal dominio tecnico cui

1. Tendenze evolutive: Dynamization

Come già detto esistono molteplici Tendenze evolutive, per comprendere cosa si intende per Tendenza si consideri quella "Dynamization".

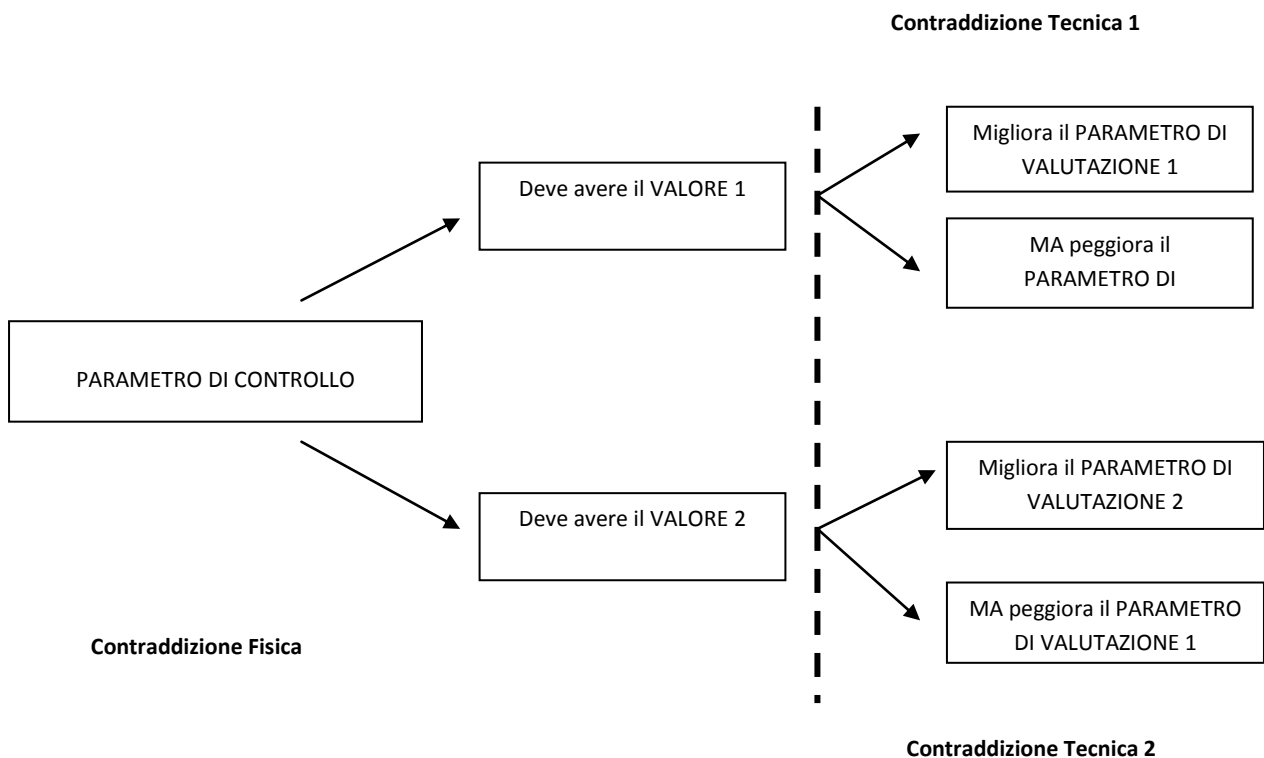


È possibile riscontrare questo percorso evolutivo in molti sistemi tecnici, come ad esempio nell'evoluzione dei sistemi di misura e dei metodi di taglio dei materiali.



## 2. Funzioni: valvole

È un esempio tratto dal campo biomedico (TRIZ Master Victor Fey). Le prime valvole per cuori artificiali erano costruite con un materiale che si è visto danneggiava, a causa dell'elevata rugosità; i globuli rossi, creando gravi problemi. La necessità di rendere le valvole compatibili non permetteva, per questioni di rigetto, di cambiare il materiale. Si è cercato di migliorare la tecnologia produttiva senza esito. L'analisi funzionale ha stabilito che fosse sufficiente depositare uno strato di globuli rossi sacrificali, aderenti le pareti, limitando il contatto con altri globuli. È stato quindi sufficiente modificare uno degli attributi del sistema: la rugosità superficiale doveva essere incrementata in modo da aumentare lo spessore dello strato limite di fluido, ovvero fare quello che si era fatto fino a quel momento. Questa soluzione è stata poi applicata a molti altri campi, quali il golf.



## 3. Matrice della contraddizione: resistenza Vs leggerezza

La matrice è costituita da una tabella a due entrate, sull'asse y, che rappresenta i parametri da migliorare, sono indicati i 39 parametri. Sull'asse x gli stessi parametri rappresentano le caratteristiche del sistema che vanno peggiorate.

Ogni contraddizione vede contrapposto un parametro dell'asse x (effetto negativo) e uno dell'asse y (aspetto che si intende migliorare), in ogni casella sono indicati i principi da seguire per la contraddizione specifica del problema che si sta esaminando. Conseguentemente sulla diagonale sono presenti i principi per il superamento delle contraddizioni fisiche.

Un esempio di matrice può essere:

			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			
<b>Improving features</b>	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 44 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 le contraddizioni tecniche per le quali l'analisi statistica non ha condotto ad un numero "importante" di suggerimenti per il superamento delle condizioni si veda l'es "speed" e "weight of stationary" che non possono essere accoppiati.

#### 4. Semplicità dei sistemi: penna Vs matita

Negli anni '60, durante la "conquista dello spazio", uno dei problemi era come gli scienziati potessero scrivere i loro appunti. Le tecnologie allora disponibili, penne stilografiche o a sfera, si erano rivelate inadatte, poiché in entrambi i 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 nello spazio) e lo stato dell'arte non forniva alcuna soluzione. La NASA finanziò quindi un progetto di ricerca per lo sviluppo di una penna in grado di scrivere anche in assenza di gravità, con un raffinato sistema di molle per premere la cartuccia di inchiostro, che doveva essere messa in pressione prima di essere sigillata (penne ancora disponibili in alcuni negozi di gadget). La teoria adottata dagli scienziati russi, che sposa appieno la filosofia TRIZ, fu di equipaggiare i loro astronauti di matite! Questa soluzione è decisamente più semplice ed economica.

#### 5. Sistema ideale: contenitore di prova di resistenza degli acidi

Anche questo esempio è tratto da TRI Master Victor Fey:

Per eseguire un test di resistenza alla corrosione dei materiali, i provini in esame vengono immersi in un recipiente pieno di un apposito acido. il recipiente deve quindi essere rivestito internamente con uno strato protettivo al fine di impedire che la sua corrosione durante l'esperimento. I fatti



hanno però dimostrato che anch'esso si corrode, anche se in minima parte, influenzando così le reazioni chimiche tra acido e materiale. Come risolvere il problema?

La soluzione ideale per il TRIZ sarebbe la scomparsa del recipiente: infatti dal punto di vista concettuale per realizzare la prova servono solo acido e provino nel materiale da testare. La soluzione reale richiede invece un recipiente che contenga sia l'acido che il materiale. In questo modo la funzione *Recipiente* si unisce alla funzione *Provino*, ottenendo il risultato ideale, lo strato di protezione non influenza più l'esperimento perché non c'è più, semplificando il problema.

\*\*\*\*\*

## Tipi di contraddizione



Altshuller ed i suoi collaboratori differenziarono i seguenti tre tipi di contraddizione:

- **Contraddizione amministrativa:** si parla di contraddizione amministrativa quando è necessario fare qualcosa, ma non sappiamo cosa.
- **Contraddizione Tecnica:** si parla di Contraddizione Tecnica quando si migliora una parte (Parametro di Valutazione) di un sistema tecnico con l'aiuto di metodi noti, ma che comporta il peggioramento di un'altra parte (un altro Parametro di Valutazione) del sistema tecnico.
- **Contraddizione Fisica:** si parla di Contraddizione Fisica quando si impone requisiti opposti al medesimo Parametro di Controllo del sistema.

### Esempi:

#### *Contraddizione amministrativa:*

È necessario individuare il numero di particelle in un liquido con elevato grado di purezza ottico. Le particelle riflettono male la luce, anche se si usa un laser. Cosa fare?

#### *Contraddizione Tecnica:*

Se le particelle sono molto piccole, il liquido si considera otticamente puro, MA le particelle sono invisibili. Oppure, se le particelle sono molto grandi, sono individuabili, MA il liquido non è otticamente puro.

#### *Contraddizione Fisica:*

La dimensione delle particelle deve incrementare per renderle visibili, E NON incrementare la dimensione per mantenere la purezza ottica nel liquido.

**Definizione di contraddizione amministrativa:** La contraddizione amministrativa afferma che c'è un problema con una soluzione ignota.

**Definizione di contraddizione tecnica:** Una Contraddizione Tecnica si ha quando due diversi Parametri di Valutazione (Evaluation Parameters) sono in conflitto l'un l'altro.

**Definizione di contraddizione fisica:** Una Contraddizione Fisica definisce una situazione in cui c'è un conflitto di valore fra i parametri di controllo.

I parametri di controllo influiscono su un sistema e quindi rappresentano il dominio delle variabili.

I parametri di controllo ed il loro valore, definiscono i mezzi con cui si agisce sul problema.

Ciò significa che tali parametri rappresentano quello che siamo in grado di cambiare all'interno del sistema.



Bibliografia:

TA Group

TETRIS Project

Politecnico di Milano

Università di Bergamo

*“Innovazione Sistemica Un'introduzione a TRIZ (Teoria per la Soluzione dei Problemi Inventivi)”* di John Terninko, Alla Zusman, Boris Zlotin

Ehart NPL

