

METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN INGENIERÍA

Juan Carlos Nishiyama¹, Tatiana Zagorodnova¹, Carlos Eduardo Requena¹

1- UTN FRGP, H. Irigoyen 288, Gral. Pacheco, Partido de Tigre, Prov. de Buenos Aires.
carlooseduardorequena@yahoo.com.ar

RESUMEN

UTN FRGP se implementó en 2015 la materia electiva: “Metodologías para el Desarrollo de la Creatividad en Ingeniería” en tercer año. Se trata metodologías útiles a todas las ramas de la ingeniería y clasificadas en “no estructuradas” (brainstorming, sinéctica, etc.) y “estructuradas”, objeto de nuestra materia y prácticamente desconocidas en nuestro país. Se desarrollará un ejemplo de aplicación de un problema de la industria química [1].

INTRODUCCIÓN

TRIZ [2] (acrónimo ruso de ТРИЗ, esto es Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva). Es la primera de las metodologías estructuradas y de esta derivan: SIT [3], ASIT [4], USIT [5], HI [6], etc. El programa diseñado para la materia incluye a todas estas, pero TRIZ es la “columna vertebral”.

Con estas metodologías, no se requiere de expertos para generar ideas en un determinado tema, aunque en el proceso de resolución de problemas se puede requerir la consulta de especialistas. Estas metodologías aceleran el proceso creativo y de solución de problemas. Ver en Figura 1 [7] el impacto de la metodología TRIZ en empresas.

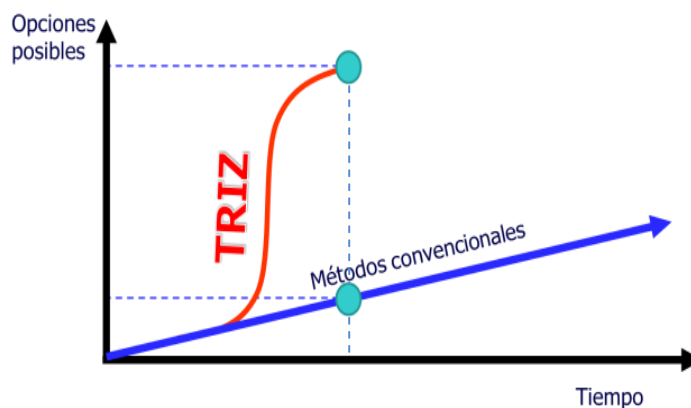


Figura 1. Impacto de TRIZ en empresas.

Esto causa impacto en el alumnado al presentar la materia posible de su elección. Lo mismo sucede en el profesional ingeniero, pues reconoce la utilidad como herramienta solucionadora de problemas.

Gráficamente, las metodologías no estructuradas orientan hacia la búsqueda de la solución de acuerdo a la Figura 2 [8]. Alguna vez podría, ser muy veloz como indica la flecha recta, pero el azar no siempre ayuda.

TRIZ y sus derivados alcanzan rápidamente espacios de soluciones. Ver la Figura 3 [8].

TRIZ y sus derivados permiten “convertir” la creatividad y la innovación en un sistema de principios y de algoritmos.

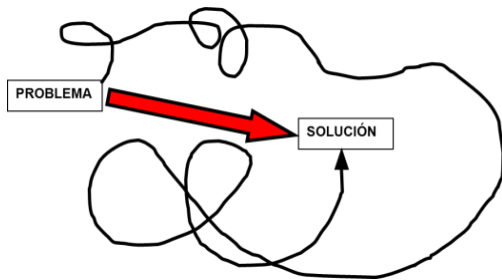


Figura 2. Métodos convencionales.

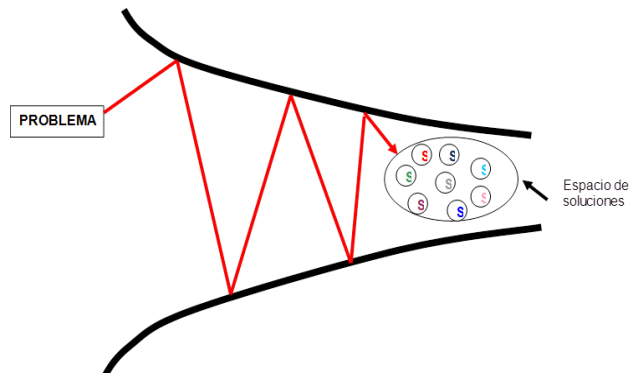


Figura 3. Métodos estructurados.

BASES DE LA METODOLOGÍA TRIZ

La esencia de TRIZ es el “principio de abstracción”, que se representa de forma muy esquemática y con un ejemplo matemático sencillo en la Figura 4 [8].

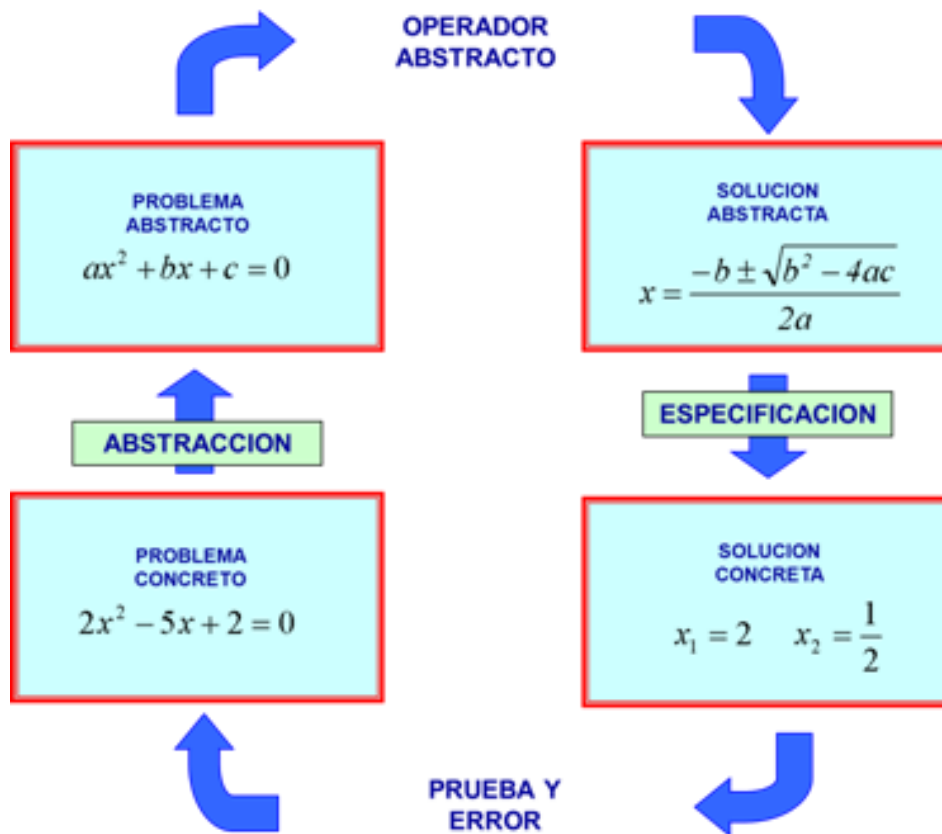


Figura 4. Paralelismo con las matemáticas.

La abstracción, no busca por prueba y error, como sucedería en un análisis técnico convencional o en la aplicación de una técnica de creatividad basada en la psicología, (metodologías no estructuradas) veamos la Figura 5 [8].

Evitar la inercia psicológica permite el acceso a muchas más soluciones y se logra por el uso de metodologías estructuradas.

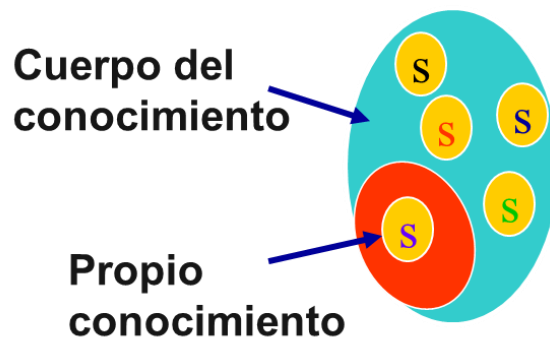


Figura 5. El problema de la inercia psicológica.

ALGUNAS HERRAMIENTAS CLÁSICAS DE TRIZ

Del estudio de miles de patentes, Altshuller y su equipo, encontraron que los parámetros de ingeniería en juego en todas las soluciones de los problemas que se hallaron en las patentes, eran tan solo 39. Se los listó y llamó los “39 Parámetros de Ingeniería” (Ver Tabla 2). También se extrajo nada más que 40 principios de invención de todas esas patentes, lo que generó la lista de los “40 Principios de Inventiva” (ver Tabla 3) [8].

LOS 39 PARÁMETROS DE INGENIERÍA			
1. Peso de un objeto móvil	10. Fuerza	20. Energía consumida por un objeto inmóvil	30. Factores nocivos que actúan en un objeto
2. Peso de un objeto inmóvil	11. Tensión, presión,	21. Potencia	31. Efectos nocivos
3. Longitud de un objeto móvil	12. Forma	22. Desperdicio de energía	32. Manufacturabilidad
4. Longitud de un objeto inmóvil	13. Estabilidad de un objeto	23. Desperdicio de sustancia	33. Conveniencia de uso
5. Área de un objeto móvil	14. Fuerza	24. Pérdida de información	34. Reparabilidad
6. Área de objeto inmóvil	15. Durabilidad de un objeto móvil	25. Pérdida de tiempo	35. Adaptabilidad
7. Volumen de objeto móvil	16. Durabilidad de un objeto inmóvil	26. Cantidad de sustancia	36. Complejidad de un dispositivo
8. Volumen de objeto inmóvil	17. Temperatura	27. Fiabilidad	37. Complejidad de control
9. Velocidad	18. Brillo	28. Precisión de medida	38. Nivel de automatización
	19. Energía consumida por un objeto móvil	29. Precisión de manufactura	39. Productividad

Tabla 2. Listado con los 39 Parámetros de Ingeniería

Con las dos tablas combinadas se genera una de las herramientas de TRIZ, la Matriz de Resolución de Contradicciones Técnicas (ver vista parcial de la matriz en la Figura 4) [8].

LOS 40 PRINCIPIOS INVENTIVOS			
1. Segmentación	13. Inversión.	23. Retroalimentación	31. Uso de material poroso
2. Extracción	14. Esferoidalidad	24. Mediador	32. Cambio de color
3. Calidad local	15. Dinamicidad	25. Autoservicio	33. Homogeneidad
4. Asimetría	16. Acción parcial o sobrepasada	26. Copiado	34. Restauración y regeneración de partes
5. Combinación	17. Moviéndose a una nueva dimensión	27. Objeto barato de vida corta en vez de uno caro y durable	35. Transformación de los estados físicos y químicos de un objeto
6. Universalidad	18. Vibración mecánica	28. Reemplazo de sistemas mecánicos	36. Transición de fase
7. Anidación	19. Acción periódica	29. Uso de una construcción neumática o hidráulica	37. Expansión térmica
8. Contrapeso	20. Continuidad de una acción útil	30. Película flexible o membranas delgadas	38. Uso de oxidantes fuertes
9. Reacción previa	21. Despachar rápidamente		39. Medio ambiente inerte
10. Acción previa	22. Convertir algo malo en un beneficio		40. Materiales compuestos
11. Amortiguamiento anticipado			
12. Equipotencialidad			

Tabla 3. Listado de los 40 Principios de Inventiva

CONTRADICCIONES TÉCNICAS

Una contradicción técnica es una situación en la que queremos variar una característica (parámetro de ingeniería) de un sistema tecnológico para mejorarlo y al hacerlo, se nos empeora otra. Veamos algunos ejemplos (Figura 6) [9]:

Ejemplo: Si disminuyo costos reduciendo el tensioactivo de un detergente por dilución, voy en detrimento de su viscosidad.

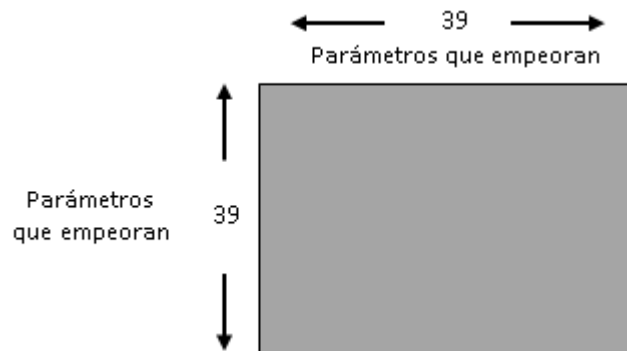


Figura 6. Vista general de la forma de la Matriz de Contradicciones.

La matriz de contradicciones ayuda a resolver las contradicciones técnicas. Es un cuadro de doble entrada, ver Figura 6, cuya primera columna de la izquierda están listados en valor ascendente hacia abajo los 39 parámetros, de los cuales elijo uno para mejorar mi sistema tecnológico, y en la primera fila superior están listados ordenadamente de modo ascendente hacia la derecha los 39 parámetros de los cuales algunos empeoran mi sistema tecnológico al elegir el parámetro que mejora de la columna vertical. En el cruce de cada fila y columna se dan referencias a los tipos de soluciones que se pueden aplicar para mejorar un parámetro sin que empeore el otro. Las soluciones ofrecidas, justamente, son los 40 principios de inventiva que identificó Altshuller.



Figura 7. TRIZ no busca la solución por compromiso.

La hipérbola indicada en la Figura 7 [8], es la estrategia de la resolución de problemas por compromiso (trade-off), ni muy bueno ni muy malo para cada parámetro. TRIZ, en cambio, apunta a lo bueno-bueno en ambos parámetros en conflicto, “destruye” la contradicción.

EJEMPLO DE APLICACIÓN [1]

Resumen: Problema de espuma indeseable en superficie de líquidos.

1. Introducción: La generación de espuma durante el envasado de agua oxigenada es un problema. Requiere ser solucionado. ¿Cómo?

2. Desarrollo del tema

2.1 Descripción particular del problema: Durante el envasado de agua oxigenada, se genera espuma indeseable sobre la superficie del líquido. Su eliminación requiere entre 4 y 8 minutos. Los obreros no pueden continuar con el proceso de envasado. Ver Figura 8.

Descripción del problema: La espuma solamente se produce en la superficie del líquido durante el proceso de envasado. Se busca eliminarla rápidamente. Ver Figura 9.

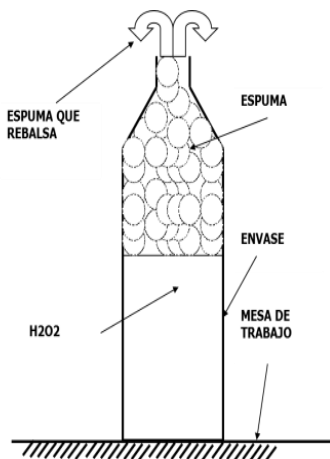


Figura 8. Envase que se llena de espuma

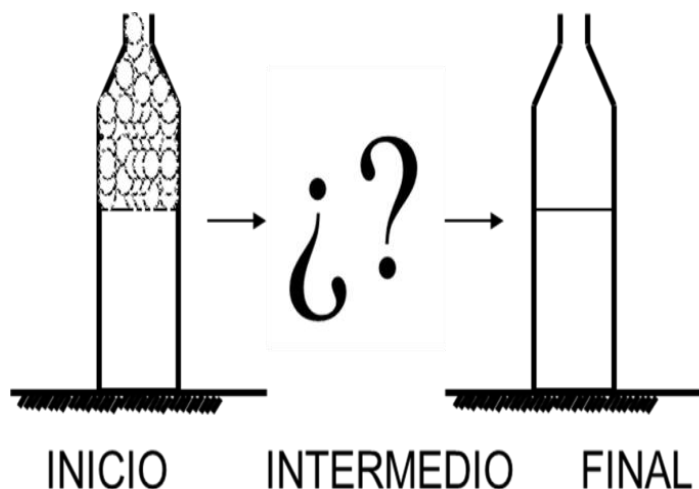


Figura 9. ¿Qué hacer en el intermedio?

3. Búsqueda de solución

3.1 Aplicación de la “Matriz de Contradicción”:

Atributo o atributos que se deben mejorar:

Nº 39, **Capacidad o productividad** y Nº 25, **Evitar pérdida de tiempo**

Atributo o atributos que empeoran:

Nº 9, **Velocidad**. Tomado como pérdida de velocidad de los procesos y disminución en la productividad. Y Nº 23, **Pérdida de sustancia**. En el proceso del agua oxigenada se pierde parte del oxígeno.

Primera combinación: Parámetros, 39 vs 9. Ver Figura 10.

No se sugieren principios. Debería utilizarse otras herramientas más avanzadas de TRIZ. Por razones de complejidad no lo haremos.

Segunda combinación: Parámetros 39 vs 23. Ver Figura 11. Indica: 10, 23, 28 y 35.

Veamos:

10.- Acción anticipada. No aplica aquí.

Feature to Improve	Undesired Result (Conflict)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
		Weight of moving object	Weight of non-moving object	Length of moving object	Length of non-moving object	Area of moving object	Area of non-moving object	Volume of moving object	Volume of non-moving object	Speed	Force	Tension, pressure	Shape	Stability of object	
30	Harmful factors acting on object	22,21 27,30	2,22 15,39	17,1 13,24	39,4	1,18	22,1 18,39	27,2 40	22,23 37,35	34,39 19,27	21,22 35,28	13,35 1,40	22,2 37	22,1 3,35	35,24 30,18
31	Harmful side effects	19,22 15,16	35,22 1,39	17,15 36,13	13,17	17,2 26,12	22,1 18,39	22,1 40	39,35 37,35	19,27 35,28	35,28 3,23	35,28 1,40	2,33 27,18	35,1 1,37	35,40 27,39
32	Manufacturability	28,29 15,16	1,27 6,13	1,29 13,12	15,17 13,17	13,1 27	13,1 13,16	16,40	13,29 15,39	35	35,19 35,11	35,12	35,19 2,32	1,28 29,28	11,13 30
33	Convenience of use	25,2 13,15	6,13 1,25	1,17 13,12	1,17 13,16	1,17 13,16	18,16 15,39	1,16 35,15	4,18 39,31	18,13 34	38,13 12	2,32 29,28	15,34 29,28	32,35 30	
34	Repairability	2,27 35,11	2,27 35,11	1,28 10,25	3,18 31	15,13 32	16,28	25,2 29	1 35,11	34,1 14	1,11 15,17	10,13 35,16	1,13 1,8	2,35 14	
35	Adaptability	1,6 15,8	19,15 29,16	35,1 1,39	1,35 26,24	35,30 16	15,16	15,35 29	35,10 1,16	35,10 28	15,17 14	35,16	15,37 1,8	35,30 14	
36	Complexity of device	26,30 34,36	2,36 35,39	1,19 26,24	26	14,1 13,16	6,36	34,25 6	2,6	34,10 28	26,16	19,1 35	29,13 28,15	2,22 17,19	
37	Complexity of control	27,28 28,13	6,13 15,17	16,17 30,16	26	2,13 15,17	2,39 30,16	29,1 4,16	2,18 26,31	3,4 16,35	36,28 40,19	35,36 1,39	27,13 38,30	11,22	
38	Level of automation	26,26 19,35	28,26 35,10	14,13 17,28	23	17,14 13	35,13 16	35,13 16	28,10	2,35 13,38	15,32 1,13	18,1			
39	Productivity	35,26 24,32	28,27 15,2	18,4 28,28	30,7 14,26	10,26 24,24	10,35 17,7	2,6 14,10	35,37 10,12	28,15 10,39	10,37 14	14,10 34,40	35,3 22,39		

Figura 10. Parámetros 39 vs 9.

Feature to Improve	Undesired Result (Conflict)	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		Strength	Durability of moving object	Durability of non-moving object	Temperature	Brightness	Energy spent by moving object	Energy spent by non-moving object	Power	Waste of energy	Waste of substance	Loss of information	Waste of time	Amount of substance
30	Harmful factors acting on object	18,35 37,1	22,15 33,28	17,1 40,33	22,33 35,2	1,19 32,13	1,24 6,27	10,2 22,37	19,22 31,2	21,22 35,2	22,10 19,4	22,10 2	35,18 34	35,33 29,31
31	Harmful side effects	15,35 22,2	15,22 33,31	21,39 16,22	22,35 2,24	19,24 38,32	2,35 6	19,22 18	2,35 18	21,35 2,22	10,1 34	10,21 29	1,22 3,24	35,18 39,1
32	Manufacturability	1,3 10,32	27,1 4	35,16	27,26 18	28,24 27,1	28,26 27,1	1,4	27,1 12,24	19,35	15,34 33	32,24 18,16	35,28 1,24	35,23
33	Convenience of use	32,40 3,28	29,3 8,25	25	26,27 13	13,17 1,24	1,13 24	10,2 22,37	2,10 13	2,19 2,24	28,32 27,22	4,10 10,34	4,28 12,35	
34	Repairability	11,1 2,9	11,29 28,27	1	4,10	15,1 13	15,1 28,16	15,10 13	15,1 32,2	15,10 32,2	2,36 18,16	32,1 29	2,26 10,25	35,18 10,25
35	Adaptability	35,3 32,6	13,1 35	2,16	27,2 3,35	6,22 26,1	19,35 29,13	19,1 16	18,15 15,10	15,10 2,13		35,28	3,35 15	
36	Complexity of device	2,13 28	10,4 28,15	2,17 13	24,17 13	27,2 29,28	3,35 35,16	19,35 16	10,35 15,10	35,10 13,2	35,33 28,22	6,29	13,3 27,10	
37	Complexity of control	27,3 15,28	19,29 39,25	25,24 6,35	3,27 35,16	2,24 35,16	35,38	19,35 16	10,35 15,10	35,1 10,2	1,13 27,22	35,33 32,9	18,28 29,18	3,27
38	Level of automation	25,13 19	6,9	28,2 19	8,32 13	2,32 13	28,2 19	28,2 27	35,3 10	35,20 28,10	13,2 35,23	13,15 23	24,28 35,30	35,13
39	Productivity	29,28 10,18	35,10 2,13	20,10 16,38	28,10	35,21 19,1	26,17 38,15	35,10 1	35,20 29,35	28,10 35,23	13,15 23		35,38	

Figura 11. Parámetros 39 vs 23.

23.- **Retroalimentación.** Colocar sensor que mida el espesor de la espuma y en ese momento tomar las medidas necesarias para eliminar el problema. Podría ser.

28.- **Reemplazar un sistema mecánico con otro sistema.** Induce a pensar en dispositivo para llenar los recipientes por la parte inferior.

Feature to Improve	Undesired Result (Conflict)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
		Weight of moving object	Weight of non-moving object	Length of moving object	Length of non-moving object	Area of moving object	Area of non-moving object	Volume of moving object	Volume of non-moving object	Speed	Force	Tension, pressure	Shape	Stability of object	
21	Power	8,36 38,31	19,26 17,27	1,10 35,37	19,38	17,32 13,38	35,6 38	30,6 25	15,32 2	26,2 36,35	22,10 35	29,14 2,40	35,32 15,31		
22	Waste of energy	15,6 19,28	19,6 18,9	7,2 6,13	6,38 7	15,26 17,30	17,7 30,18	7,18 23	7	16,35 38	36,38		14,2 39,6		
23	Waste of substance	35,6 35	35,6 5	14,29 10,39	10,28 24	35,2 10,31	10,18 39,31	1,29 30,36	3,39 18,31	10,13 28,35	14,15 18,40	3,36 37,10	2,14 3,5	20,4	
24	Loss of information	10,24 35	10,35 5	1,26 26	30,26 30,16	2,22 26,32			2,22 26,32						
25	Waste of time	10,20 37,35	10,20 26,5	15,2 14,5	30,24 17,4	26,4 5,16	10,35 34,10	2,5 32,18	35,16 32,18	10,37 36,5	37,36 4,10	4,10 34,17	35,3 22,5		
26	Amount of substance	35,6 18,31	27,26 18,35	29,14 35,18	15,14 29	2,18 29	15,20 40,4	2,35 29	35,29 34,28	35,14 3	10,36 14,3	35,14 16,11	15,2 17,40		
27	Reliability	3,9 10,40	3,10 8,28	15,9 14,4	15,29 28,11	17,10 14,16	32,35 40,4	3,10 14,24	2,35 24	21,35 11,28	8,28 10,3	10,94 35,19	35,1 16,11		
28	Accuracy of measurement	32,35 26,28	28,35 25,26	28,26 5,16	32,28 3,16	26,28 32,3	26,28 32,3	32,13 6	26,13 32,24	28,13 32,2	6,28 32	6,28 32,30	32,35 13		
29	Accuracy of manufacturing	28,32 13,18	28,35 27,9	10,28 29,37	2,32 10	28,33 29,32	2,29 18,36	32,28 2	25,10 35	10,28 32	28,19 34,36	32,30 40	30,18		
30	Harmful factors acting on object	22,21 27,30	2,22 15,39	17,1 13,24	39,4	1,18	22,1 18,39	27,2 40	22,23 37,35	34,39 19,27	21,22 35,28	13,35 1,40	22,2 37	22,1 3,35	35,24 30,18
31	Harmful side effects	19,22 15,16	35,22 1,39	17,15 36,13	13,17	17,2 26,12	22,1 18,39	22,1 40	39,35 37,35	19,27 35,28	35,28 3,23	35,28 1,40	2,33 27,18	35,1 1,37	35,40 27,39

Figura 12. Parámetros 25 vs 9.

Feature to Improve	Undesired Result (Conflict)	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		Strength	Durability of moving object	Durability of non-moving object	Temperature	Brightness	Energy spent by moving object	Energy spent by non-moving object	Power	Waste of energy	Waste of substance	Loss of information	Waste of time	Amount of substance
21	Power	26,10 28	19,35 10,38	16	2,14 17,25	16,6 19	16,6 19,37		10,35 38	28,27 18,39	10,19	35,20 10,6	4,34 19	
22	Waste of energy	26			19,38 7	1,13 32,15			3,38		35,27 2,37	19,10	10,18 7,18	7,18 25
23	Waste of substance	35,28 31,40	28,27 3,18	27,16 18,38	21,36 39,31	1,6 13	35,18 24,5	28,27 12,31	28,27 18,38	35,27 2,31		15,18 35,10	6,3 10,24	
24	Loss of information	10	10	19					10,19	19,10		24,26 28,32	24,28 35	
25	Waste of time	29,3 28,18	20,10 28,18	28,20 10,16	35,29 21,18	1,19 26,17	35,38 19,18	1	35,20 10,6	10,5 18,32	35,18 10,39	24,26 28,32	35,38 18,16	
26	Amount of substance	14,35 34,10	3,35 10,40	3,35 31	3,17 39	3,17 39	34,29 16,18	3,35 31	35	7,18 35	6,3 10,24	24,28 35	35,38 18,16	
27	Reliability	11,28	2,35 3,25	34,27 6,40	3,35 10	11,32 13	21,11 27,19	36,23	21,11 26,31	10,11 35	10,35 29,39	10,28 40,3	21,28 40,3	
28	Accuracy of measurement	28,6 32	28,6 32	10,26 24	6,19 28,24	6,1 32	3,6 32		3,6 32	26,32 27	10,16 31,28	24,34 29,32	2,6 32	
29	Accuracy of manufacturing	3,27 40	3,27 40	19,26 3,32	3,32 32,2				32,2	32,2	10,24	32,26 28,18	32,30	
30	Harmful factors acting on object	18,35 37,1	22,15 33,28	17,1 40,33	22,33 35,2	1,19 32,13	1,24 6,27	10,2 22,37	19,22 31,2	21,22 35,2	22,10 19,4	22,10 2	35,18 34	35,33 29,31
31	Harmful side effects	15,35 22,2	15,22 33,31	21,39 16,22	22,35 2,24	19,24 38,32	2,35 6	19,22 18	2,35 18	21,35 2,22	10,1 34	10,21 29	1,22 3,24	35,18 39,1

Figura 13. Parámetros 25 vs 23.

35.- **Transformación de propiedades.** Destruir por impacto de aspersión de gotas de agua oxigenada fría a la espuma (Ver Figura 14).

La reducción de la temperatura en la superficie del líquido evitaría la pérdida de gas y generar menos espuma.

Segunda ronda de contradicciones: Parámetros 25 vs 9, ver Figura 12. Sugerencias: no las hay.

Última combinación: 25 vs 23. Nos sugiere los principios: 10, 18, 35 y 39. (Ver Figura 13).

10.- **Acción anticipada.** No se ve aplicación aquí.

18.- **Vibración mecánica.** Generar ondas sonoras para eliminar la espuma. Parece posible.

35.- **Transformación de propiedades.** Podría aportar más.

39.- Ambiente inerte. No se ve aplicación aquí.

Solución: Aplicar agua oxigenada fría sobre la superficie del líquido en el momento en que se forma la espuma, mediante un aspersor. Luego aplicar las métricas, en nuestro caso, temperatura del agua oxigenada de aspersión a utilizar, cantidad, flujo, etc. El lector quizás se inspire por otras alternativas.

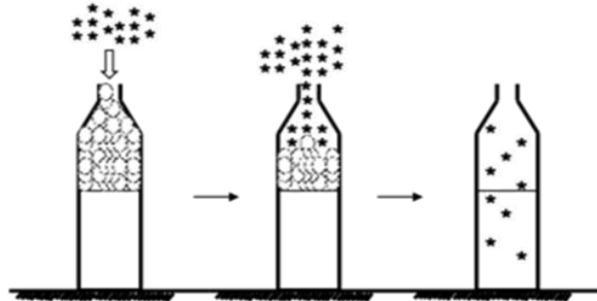


Figura 14. Solución aplicada.

LAS METODOLOGÍAS ESTRUCTURADAS EN EL MUNDO

Universidades: de Gotemburgo-Suecia, de Osaka, de Michigan, de Harvard, de Tel-Aviv, etc.
Instituto: Tecnológico Samsung, Tecnológico Monterrey, MIT, etc. [11, 12, 13]

Empresas: GM, Ford, Toyota, Dana, Rockwell, Motorola, Xerox, Kodak, Siemens, Volkswagen, Johnson & Johnson, Mitsubishi, Boeing, NASA, Lockwell, Hewlett-Packard, Lexmark, 3M, Rolls-Royce, Samsung, etc.[14]

CONCLUSIONES

El alumno reconoce que está frente a una estrategia para resolver problemas aprovechando todo el mejor razonamiento existente (en base a patentes exitosas). Advierte que solo con los conocimientos no se garantiza el éxito de la resolución de problemas, pues, también depende de la estrategia empleada y de la actitud para enfrentarlos. Descubre que con las metodologías estructuradas resolver problemas tecnológicos le resulta placentero y no una actividad tediosa. Por razones de espacio y complejidad no se exponen muchas otras herramientas TRIZ y otros métodos. Consultar [2].

El lugar idóneo para introducir la metodología TRIZ, es la universidad, con estudiantes de los últimos años de ingeniería, inclusive con los recién egresados de las diferentes ramas. Rusia, México, Korea, China [11], Japón, Singapur, lo han demostrado. Es el deseo de este equipo de trabajo que en Argentina suceda lo mismo y para eso ya dio comienzo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Maldonado M., Monterrubio R., Arzate E., *TRIZ, la metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática*. Panorama Editorial. San Rafael México. **2005**.

[2] Altshuller Foundation, *Tesaurus – terminología del TRIZ y ARIZ* (Traducción del original ruso para la Altshuller Foundation, Zagorodnova, Requena, Nishiyama), Rusia. **2004**. <http://www.altshuller.ru/thesaur/thesaur.asp>

[3] Horowitz, R. and Maimon, O., SIT — A Method for Creative Problem Solving in Technology, in Proc. 7th International Conference on Thinking, Singapore, **1997**.

[4] Roni Horowitz: 'From TRIZ to ASIT in 4 Steps', <http://www.start2think.com>

- [5] Ed Sickafus: "Unified Structured Inventive Thinking -- An Overview", eBook, URL: <http://www.usit.net/>, (2003). Traducido al idioma español por J. C. Nishiyama y C. Requena
- [6] Ed Sickafus, Innovación Heurística. Ntelleck, LLC, Grosse Ile, MI, USA, ISBN 0-965-9435-2-6. Traducido al idioma español por J. C. Nishiyama, T. Zagorodnova y C. Requena. Dirección Nacional de Derechos de Autor, Ministerio de Justicia y Derechos Humanos Expte. 5023607. Junio 2012
- [7] Rovira, Noel León, *TRIZ: Innovación Estructurada para la Solución de Problemas y el Desarrollo de Productos Creatividad como una Ciencia Exacta*. Second LACCEI. 2004, Miami, Florida, USA Copyright Dr. Noel León - ITESM
- [8] Nishiyama, J. C., Zagorodnova, T., Requena C., TRIZ. *Metodologías para el Desarrollo de la Creatividad en Ingeniería*. Manual para la materia dictada. Uso Interno. 2015.
- [9] Cameron Gordon, TRIZICS. Traducción completa de por J. Nishiyama, T. Zagorodnova y C. Requena. Para uso personal. 2014
- [10] http://www.etria.net/TRIZ_academic_institutions.pdf
- [11] <http://dx.doi.org/10.4236/eng.2012.412115>
- [12] <http://www.tetris-project.org>
- [13] [http://www.triz-japan.org/PRESENTATION/sympo2010/Pres-Japan/JI08eS-Nakagawa\(Osakagakuin_U\)100825.pdf](http://www.triz-japan.org/PRESENTATION/sympo2010/Pres-Japan/JI08eS-Nakagawa(Osakagakuin_U)100825.pdf)
- [14] <http://www.triz.net/metodoQuees.html>