



## 3 Breve revisión del Algoritmo de Resolución de Problemas Inventivos de Altshuller ilustrado por un Problema Real

Este artículo está orientado a facilitar la comprensión de los principios generales de la operatoria de ARIZ, pero no una asimilación detallada de los pasos de este algoritmo. Discutiremos solamente el objetivo de cada Paso y su rol en el proceso completo de análisis. Nos gustaría también recordar que el autor de ARIZ aconsejó someterse a entrenamiento antes de aplicar TRIZ a problemas reales. Hay numerosos matices importantes para ejecutar pasos separados de ARIZ. Es difícil ilustrarlos todos con el análisis de un solo problema; por ello, sería mejor aprender TRIZ bajo la tutela de un profesor experimentado, usando un extenso número de problemas de entrenamiento como ejemplos.

### 3.0 Creación y desarrollo de ARIZ

En el curso de evolución de ARIZ, los pasos de análisis de resolución de contradicciones fueron permanentemente mejorados, desarrollados, especificados y puestos a prueba en problemas complicados, recolectados por el autor de ARIZ durante 40 años, comenzando el 1946, hasta 1986. A mediados de los 80, Altshuller había recolectado más de 120 problemas, en los que versiones anteriores de ARIZ eran de poca ayuda. Esos problemas eran usados para poner a prueba y pulir las nuevas versiones de ARIZ, incluyendo su uso en talleres y estudiantes a distancia.

El desarrollo ARIZ también está vinculado al desarrollo de las leyes de evolución de sistemas técnicos y en la comprensión de cómo estos deben ser aplicados al diseño de nuevos sistemas, o mejoras de los existentes. Por lo tanto, en la actual versión de ARIZ y sus suplementos OTSM, las leyes de evolución son presentadas mayormente en una forma no obvia.

Actualmente, ARIZ es un método altamente detallado y puede parecer complicado. Este material está diseñado para facilitar la comprensión de la lógica general de la última versión de ARIZ de Altshuller (ARIZ-85-C). Usando un problema real como ejemplo, trataremos de ilustrar la asistencia que OTSM puede prestar en la resolución de algunas dificultades al usar ARIZ-85-C.

Debería mencionarse también que la ejecución exhaustiva de los pasos de acuerdo a ARIZ-85-C simplifica considerablemente el análisis, comparado con las versiones previas de ARIZ. Llevar a cabo exhaustivamente estos pasos forma ciertas habilidades de pensamiento en los estudiantes, que pueden ser efectivas al hacer frente a un problema.

Es también necesario mencionar algunas peculiaridades de llevar la asimilación de ARIZ al nivel de automatización en su aplicación a problemas reales.

En primer lugar, matices adicionales de ejecutar cada paso dependiendo de una situación específica con aprendidas con la ejercitación repetida de los pasos ARIZ en entrenamiento y problemas reales. Como resultado, la realización de los pasos se vuelve automática y los pasos comienzan a llevarse a cabo más rápidamente en un nivel subconsciente.

A menudo ocurre que los mismos estudiantes no se percatan de sus logros en este paso. No son casos poco frecuentes, en los que algunos de ellos piensan que un problema se ha resuelto sin utilizar ARIZ, y demuestran una solución aceptable, prácticamente realizable. El discutir la situación con un estudiante prueba que ha formulado una contradicción, ha analizado los

recursos disponibles en la situación dada, y encontró una manera de usar esos recursos para resolver la contradicción, siendo el resultado cercano al RFI (Resultado Final Ideal), en la medida que lo permitan los recursos disponibles en la situación. Esto generalmente prueba que las habilidades de ejecutar muchos pasos de las primeras partes de ARIZ ya han sido formadas en el estudiantes, pero la habilidad de reflexionar descrita en su última partes no ha sido desarrollada al nivel requerido. Esto es, el estudiante ha resuelto un problema, pero no ha analizado su propio proceso de pensamiento y el camino que ha recorrido para obtener la solución. Esto sucede por lo general con problemas relativamente simples, y a los estudiantes les puede dar la impresión de haber penetrado en ARIZ. No obstante, no pueden hacer frente a problemas más complicados, en los que la habilidad de reflexión es particularmente importante para ejecutar los pasos de la tercera parte. Después de pasar por la etapa de asimilación de ARIZ, los estudiantes logran un nivel de comando de la herramienta más alto. Son capaces, no sólo de sugerir una solución a un problema después de familiarizarse con la descripción inicial de una situación, pero también de mostrar en general cómo esta solución resulta de la descripción de problema.

Y, finalmente, después de ganar experiencia en el trabajo con problemas reales, una habilidad más es formada. La cuestión es que problemas de entrenamiento usualmente están más bien adaptados a objetivos específicos de los Pasos de entrenamiento. Dicho más claramente, esta situación es típica para entrenamiento en cualquier otra materia que forme habilidades de uso práctico de conocimiento obtenido. En realidad, una descripción inicial de un problema no estándar a menudo es rica en detalles innecesarios y no esenciales, o bien, carece de información importante para el entendimiento de la esencia del problema. Expertos profesionales de TRIZ a menudo sugieren algunas soluciones con el hacer pasar un problema a través de todos los pasos ARIZ mentalmente, así también como con una descripción de situación problemática inicial más exacta, antes de comenzar un análisis en profundo. Desde afuera, puede aparecer como un método ordinario de ensayo y error, pero, en realidad, es una tecnología de manejo de problemas bastante distinta. Al analizar mentalmente el problema de acuerdo a los pasos ARIZ, un experto evalúa la información ya disponible y obtiene información adicional importante sobre el problema, que está ausente en la descripción de problema inicial. Después de que la descripción de la situación problemática se haya vuelto suficientemente completa, comienza un trabajo serio en profundo usando ARIZ u otras herramientas OTSM-TRIZ. Por ejemplo, si una situación incluye numerosos problemas, sería aconsejable primero formalizar su descripción en la forma de una Red de Problemas de OTSM. Durante la construcción de esta red, se usa el análisis mental de sub-problemas separados y sus especificaciones, como de describió arriba.

Por ello, ARIZ no es únicamente una herramienta para la resolución de problemas complejos, sino también –que es más importante– una herramienta para la formación de un estilo de pensamiento en el trabajo con el conocimiento sobre una situación problemática. Es justamente el trabajo con la el conocimiento ya disponible con el objetivo de obtener y usar creativamente nuevo conocimiento que hace a ARIZ una herramienta pedagógicamente importante, que puede ser de utilidad en el espectro de procesos educacionales y tecnologías. Por ejemplo, puede mejorar significativamente la efectividad de lo que conoce como enseñanza de problema, donde se da inicio a la introducción de un nuevo tópico con el ofrecimiento de situaciones problemáticas típicas, a las que los estudiantes deben hacer frente para estar preparados para la asimilación de material nuevo y para la comprensión de cómo el material estudiado puede ayudar a hacer frente a situaciones típicas similares. Las habilidades de pensamiento necesarias para ejecutar pasos separados de ARIZ también prueban ser útiles para diversas situaciones y tecnologías pedagógicas y educacionales.

Para resumir esta parte de la introducción a ARIZ, nos gustaría notar que las habilidades formadas al dominar ARIZ ayudan a los profesores a resolver sus problemas pedagógicos

emergentes durante el proceso educacional (así como sus problemas privados). En cuanto a los estudiantes, estas habilidades los ayudan a asimilar conocimiento nuevo de una manera más efectiva y sistemática. Estas habilidades también pueden ser formadas por medio de entrenamientos OTSM-TRIZ separados, como el entrenamiento basado en el juego “Sí-No”. No obstante, en este caso, es también extremadamente importante integrar todas estas habilidades segmentadas en un sistema, mediante la ejecución de ejercicios para todos los pasos ARIZ.

### **3.0.1. Resolviendo un problema: una breve revisión de las etapas principales de trabajo basado en ARIZ**

Con cualquier enfoque científico, primeramente resulta necesaria la creación de un modelo que descriptor de problema. Significa que una descripción de situación inicial debería transformarse en un modelo de esta situación, formulado de cierta manera según las distintas reglas. Esto resulta en la aparición de un modelo de una situación problemática inicial, descrita a través de una contradicción a resolver.

La transición de una descripción de una situación problemática inicial a una descripción de un modelo de problema ocurre de la misma manera como en física o matemática: es necesario reformular la situación en una forma canónica, que será analizada durante la construcción de la solución. Es muy importante notar que en el proceso de trabajo basado en ARIZ, así como en todo el TRIZ Clásico y en OTSM, la idea de una solución conceptual no se busca azarosamente, sino que se construye, paso por paso, en el proceso de análisis de una situación problemática y la síntesis de un concepto de solución aceptable (Solución Conceptual Satisfactoria). Es una de las diferencias principales que mantienen el TRIZ Clásico y OTSM con respecto a otros métodos de resolución de problemas complicados, no típicos y creativos.

La transformación de un problema inicial a un modelo puede reducir el problema a uno típico, estándar (desde el punto de vista de TRIZ), del que ya se conoce la solución en una forma general. Luego, después de construir un modelo de una situación problemática al final de la primera parte de ARIZ-85-C, se lleva a cabo la transición del sistema de soluciones inventivas estándar. En la actualidad, este sistema contiene 76 situaciones problemáticas estándar. Si la solución generalizada conocida no se adecúa nuestra situación específica por algunas razones, la situación se deberá seguir analizando se acuerdo a ARIZ. Si mayor análisis resulta en una solución satisfactoria, éste último debería ser convertido en una solución típica, estándar, que tome en cuenta las peculiaridades de situaciones específicas similares. Así fue aproximadamente cómo se creó la colección de Soluciones Inventivas Estándar de TRIZ Clásico.

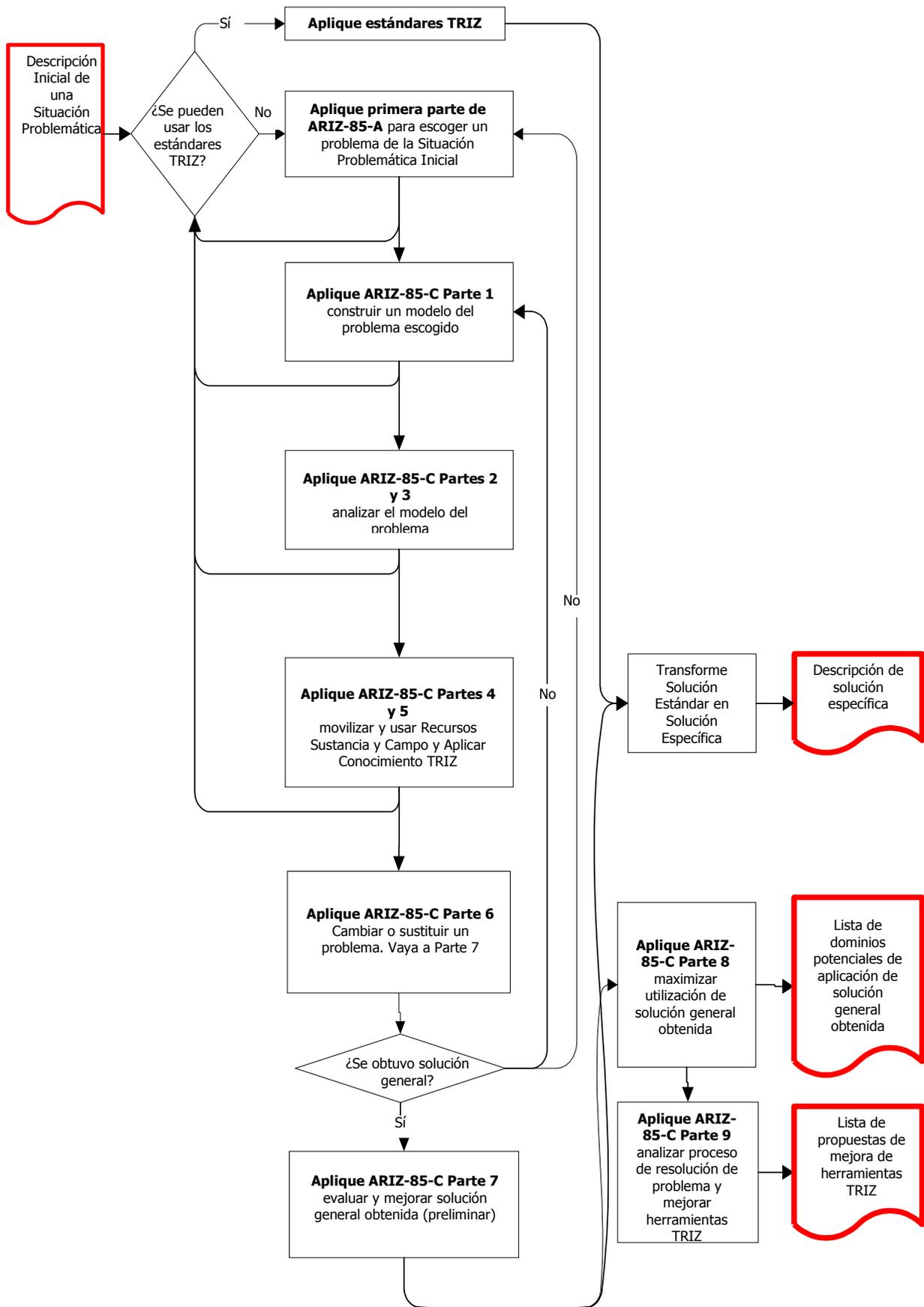


Figura 1 El esquema de etapas de un análisis de problema basado en ARIZ

## 3.1. La primera etapa. Construyendo un modelo de problema y usando soluciones inventivas estándar

### 3.1.1. Soluciones Inventivas

El escoger un problema a resolver de un conjunto de problemas contenidos en una situación problemática inicial no se encuentra dentro de las tareas de ARIZ Clásico. En la tecnología ARIZ basada en OTSM se usa la “Contradicción” para este propósito, un análisis expreso de una situación inicial. Funciona efectivamente con situaciones problemáticas comparativamente simples. Para aquellas más complicadas, es preciso usar las herramientas de la tecnología OTSM “Nuevo Problema”.

El objetivo de la primera parte de ARIZ es crear un modelo de un problema a resolver. Al final de la primera parte, el problema seleccionado desde la situación inicial es formulado como una contradicción técnica – una contradicción que describe un conflicto entre dos parámetros usados para evaluar la calidad de un sistema dado (parámetros de evaluación). Consecuentemente, en OTSM las Contradicciones Técnicas se llaman contradicción de un sistema específico, que significa que un sistema dado confrontó un conflicto entre dos parámetros importantes durante su evolución.

Ejemplo: Hay un sistema “sello de goma de una perforación a través de un eje rotatorio”. Mientras más ajustado se mantiene el sello contra el eje, mejor será la propiedad sellante. Sin embargo, esto lleva a una abrupta pérdida de energía, causada por la fricción entre el eje y el sello. Por lo tanto, tenemos un conflicto entre dos parámetros que son importantes para evaluar la calidad del sistema específico “Sello de Eje Rotatorio”.



En OTSM, estas contradicciones describen conflictos entre parámetros de un sistema no técnico (científico, de dirección, sistemas sociales y de negocios, sistemas económicos, etc.).

Ejemplo: Para resolver efectivamente un problema, una solución típica está atrayendo a un gran número de empleados, que poseen conocimientos en diversos campos. Estas personas, no obstante, a menudo no entienden los problemas de los otros, por carencia de conocimiento en otras áreas. Las reuniones se vuelven inefectivas, el problema permanece sin resolver.



Aquí vemos como emerge en el sistema “Equipo de Trabajo” un conflicto entre los parámetros “grado de competencia en ciencias afines” y “efectividad de discusión de diversos aspectos de una situación problemática”.

Si resulta difícil identificar contradicciones para la primera etapa de ARIZ en una situación dada, se recomienda usar el método de la Tecnología OSTM “Problema Nuevo”. En casos comparativamente simples, puede también recurrir al Análisis Expreso de la situación problemática inicial, desarrollada dentro de la Tecnología OTSM “Contradicción”. Para situaciones más complicadas, puede ser utilizada la herramienta OTSM “Red de Problema”. Esta herramienta permite conducir un análisis más detallado de una situación problemática e identificar problemas claves que deben ser resueltos en primer lugar. Es útil aplicar el Análisis Expreso a ese tipo de problemas, para proveer una formulación precisa del primer paso de ARIZ. La aplicación del Análisis Expreso de OTSM de una situación problemática requiere de conocimiento adicional sobre la noción de sistema mínimo.

Ejecutando los pasos de la primera parte de ARIZ-85-C a base de OTSM desemboca en la obtención de un modelo de problema que será analizado posteriormente. Pero antes de pasar a la segunda parte del Algoritmo, es necesario verificar si pueden ser utilizados los estándares inventivos de TRIZ Clásico.

El asunto es que, después de transformar la descripción de una situación problemática inicial a un modelo de problema, sólo los componentes más importantes, responsables de la creación de la situación problemática, permanecen en la descripción de modelo. Como resultado, se vuelve

más fácil entregar la descripción de una situación problemática en una forma que permita la aplicación de soluciones inventivas estándar acumuladas en TRIZ Clásico.

### **3.1.2. La segunda etapa. Analizando los recursos disponibles**

La segunda parte de ARIZ está diseñada para el análisis del modelo de problema obtenido y la preparación para la identificación de contradicciones en profundo subyacentes al problema. Para ser más exacto, esta parte está diseñada para analizar recursos que pueden ser usados potencialmente en la resolución de problema, en particular, los recursos de lugar, tiempo, “sustancias” y “campos”. Parcialmente probada se encuentra también la posibilidad de aplicar algunos mecanismos estándar de esquivar a resolver completamente contradicciones. Al igual que la primera parte de ARIZ, la segunda parte contiene algunos mecanismos para suprimir la inercia psicológica.

### **3.1.3. La tercera etapa. Construyendo una idea de una solución satisfactoria mediante el análisis de los RFIs y las Contradicciones Físicas relacionadas a los recursos específicos**

ARIZ está diseñada para revelar las raíces en profundo de un problema y removerlas por medio de recursos disponibles en una situación problemática específica. En la tercera parte del Algoritmo, la descripción de un resultado deseable y contradicciones dificultando el logro de este resultado continúa siendo especificado.

El primer objetivo de la tercera parte de ARIZ es especificar el modelo de problema obtenido en el análisis de modelo conducido en la segunda parte del Algoritmo. Este nuevo, modelo especificado es construido de acuerdo a las diferentes reglas y difiere fundamentalmente del modelo producido en la primera parte.

Es esta parte, es necesario determinar qué resultado puede ser considerado como una solución al problema, e identificar numerosas contradicciones que impidan el uso de los recursos disponibles para alcanzar el resultado deseable.

El segundo objetivo de esta parte es obtener soluciones parciales que serán usadas para el montaje de una solución conceptual de un problema completo en su totalidad. Las soluciones parciales obtenidas son integradas a sistemas sencillos de soluciones, proveyendo el acercamiento máximo al resultado más deseable. Para este propósito, son empleados los principios de remoción de contradicciones físicas y los mecanismos de convolución de sistema.

Generalmente, a partir de la tercera parte, el número de soluciones parciales obtenidas comienza a aumentar y nuevas soluciones finales son formuladas. Sin embargo, las reglas del Algoritmo recomiendan pasar a través de todas las etapas de ARIZ, porque esto ayuda obtener nuevas ideas, fortalecer una solución encontrada o detectar otras vías de resolución de problemas, correspondientes a etapas más avanzadas de la evolución de sistema.

Ejecutando la tercera parte del Algoritmo resulta en que nuestra idea de la situación problemática cambia esencialmente nuevamente, y se forma en el paso 3.5 del Algoritmo. Como resultado, el último paso de esta etapa se refiere una vez más al sistema de soluciones inventivas estándar.

### **3.1.4. La cuarta etapa. Movilizando los recursos**

La cuarta parte de ARIZ está diseñada para la comprensión de cómo los recursos disponibles pueden ser usados para resolver problemas, como éste se define en la tercera parte del algoritmo, diseñado para aumentar la eficiencia de soluciones ya encontradas.

El cuarto paso incluye un conjunto de operadores que apuntan a la obtención de una versión que fuera mucho más desarrollada desde el punto de vista de la evolución del sistema.

Si uno de las soluciones obtenidas se adecúa, podemos pasar al séptimo paso de ARIZ, para la evaluación preliminar de las soluciones según las reglas ARIZ. Sí, al contrario, no se encuentra una solución satisfactoria, el análisis continúa de acuerdo a la quinta parte del Algoritmo.

### **3.1.5. La quinta etapa. Usando el conocimiento acumulado en TRIZ**

En la quinta parte, se le propone a un solucionador referirse a la colección de diversas herramientas TRIZ que describen soluciones estándar en diferentes formas: el Sistema de Estándares Inventivos, principios de resolución de contradicciones físicas, punteros de efecto. Si el uso de la base de datos no ha conllevado a una solución satisfactoria, es necesario pasar a la sexta parte de ARIZ.

### **3.1.6. La sexta etapa. Cambiando y/o corrigiendo la descripción de problema inicial**

La sexta parte del Algoritmo ofrece recomendaciones en lo que refiere al cambio o la corrección de una definición de modelo de problema antes de analizarlo nuevamente, empezando desde la primera parte de ARIZ:

### **3.1.7. La séptima etapa. Evaluando las soluciones obtenidas**

La séptima parte de ARIZ contiene reglas de evaluación de soluciones desde el punto de vista de TRIZ y el fortalecimiento de las soluciones obtenidas.

Es, no obstante, una evaluación preliminar. En el curso de esta evaluación, pueden aparecer nuevas ideas, especificando o mejorando la solución obtenida.

Esto es, sin embargo, una evaluación expresa preliminar de la solución. A veces, el resolver un problema según ARIZ ayuda a superar estereotipos profesionales, y traslada a los solucionadores fuera de su competencia profesional, por lo que se hace necesario consultar especialistas respectivos para evaluar las soluciones obtenidas.

Si una solución ha sido aceptada, hace sentido discutir con ingenieros de patentes la posibilidad de hacer una solicitud de patente.

### **3.1.8. La octava etapa. Expandiendo el ámbito de aplicación y estandarizando una solución creativa**

La octava parte de ARIZ sirve a la preparación de la implementación de una solución final, y a la verificación de si la solución puede ser aplicada para resolver otros problemas, incluyendo aquellos de diferentes áreas temáticas.

Esto permite entregarle a la solución una forma estándar más generalizada para aplicaciones prácticas posteriores. Esta parte también es necesaria para proveer una mejor protección de patente de su solución (creando un paraguas de patente).

Adicionalmente, esta parte ayuda a incrementar la efectividad de la solución y derivar un beneficio adicional de su implementación.

### **3.1.9. La novena etapa. Reflexión sobre el trabajo realizado**

La novena etapa de ARIZ ayuda a entender mejor la esencia del trabajo realizado. El objetivo de esta etapa consiste en aprender cuanto sea posible en el campo de resolución de problema, incrementando de esta manera el potencial creativo de un individuo o un equipo.

Esta etapa está diseñada para desarrollar las habilidades de reflexión sobre el trabajo realizado. En principio, cada paso ARIZ debería estar seguido de una reflexión sobre cómo fue ejecutado dicho paso, qué dificultades fueron enfrentadas durante la ejecución del paso, que dificultades fueron superadas, qué tan acertadamente fueron ejecutadas las recomendaciones de ARIZ, si el trabajo llevado a cabo difiere de lo recomendado por ARIZ, y por qué ocurrieron dichas diferencias.

Las respuestas de estas preguntas desarrollan las habilidades de reflexión y facilitan la comprensión de los procesos de resolución de problema basados en ARIZ en la etapa de asimilar el Algoritmo en ejemplos de problemas de entrenamiento. En la etapa de aplicación profesional de ARIZ a problemas reales, facilitan desarrollo posterior de ARIZ mismo y mejoras a su

efectividad en resolver problemas nuevos, más complicados.

Debería concluirse que la habilidad de reflexión es una de las habilidades de pensamiento más importantes en general, y no solamente con respecto a TRIZ Clásico y herramientas OTSM. La nueva parte de ARIZ nos ayuda a desarrollar esta habilidad de pensamiento fundamental.

## 3.2. La lista de pasos ARIZ

Las secciones previas describieron brevemente la designación de cada parte de ARIZ en cada etapa de trabajo en un problema.

Abajo, se encuentra una lista de los pasos del Algoritmo. Más adelante, mostraremos cómo estos pasos fueron ejecutados durante la resolución de un problema.

### Parte 1: Analizando un problema y creando un modelo.

- Paso 1.1. Describiendo una condición de problema
- Paso 1.2. Identificando los elementos conflictivos de un sistema.
- Paso 1.3. Creando un esquema gráfico de los conflictos de un sistema.
- Paso 1.4. Seleccionado un modelo gráfico de un sistema.
- Paso 1.5. Agravando el conflicto principal.
- Paso 1.6. Formulando un modelo de problema.
- Paso 1.7. Buscando una solución estándar.

### Parte 2: Analizando un modelo de problema.

- Paso 2.1. Analizando la zona operacional.
- Paso 2.2. Analizando el tiempo operacional.
- Paso 2.3 Analizando los recursos Su-Campo.

### Parte 3: Definiendo un resultado final ideal (RFI) y contradicciones físicas que impiden alcanzar el RFI.

- Paso 3.1. Formulando un resultado final ideal (RFI-1).
- Paso 3.2 Intensificando la definición del RFI-1.
- Paso 3.3. Una contradicción física (CF) a nivel macro.
- Paso 3.4. Una contradicción física a nivel micro.
- Paso 3.5. Formulando un resultado final ideal (RFI-2) para diferentes recursos, y especificando el problema inicial
- Paso 3.6. Usando el sistema de estándares (76 soluciones estándar a problemas inventivos, usando modelo Sustancia-Campo).

### Parte 4: Movilizando recursos

- Paso 4.1. Modelando un problema con “criaturas pequeñas”.
- Paso 4.2 Usando un método de <alejamiento del RFI>.
- Paso 4.3. Usando una mezcla de recursos disponibles.
- Paso 4.4. Introduciendo vacíos de diferentes tipos a recursos disponibles.
- Paso 4.5. Usando sustancias derivadas de los recursos disponibles.
- Paso 4.6. Verificando si el problema puede ser resuelto con el reemplazo de alguna sustancia con un campo eléctrico o interacción entre dos campos eléctricos.
- Paso 4.7. Verificando si el problema puede ser resuelto con la introducción de un “campo – respondiendo el aditivo a una pareja de campos”.

### Parte 7: Verificando un método de remoción de una contradicción física.

- Paso 7.1. Verificando una respuesta.
- Paso 7.2. Evaluación preliminar de una solución obtenida.
- Paso 7.3. Verificando la ausencia de la invención en la colección de patentes.
- Paso 7.4. Evaluación de subproblemas emergentes durante la implementación.

### Parte 8: Usando una solución obtenida.

### Parte 9: Analizando el procedimiento de resolución.

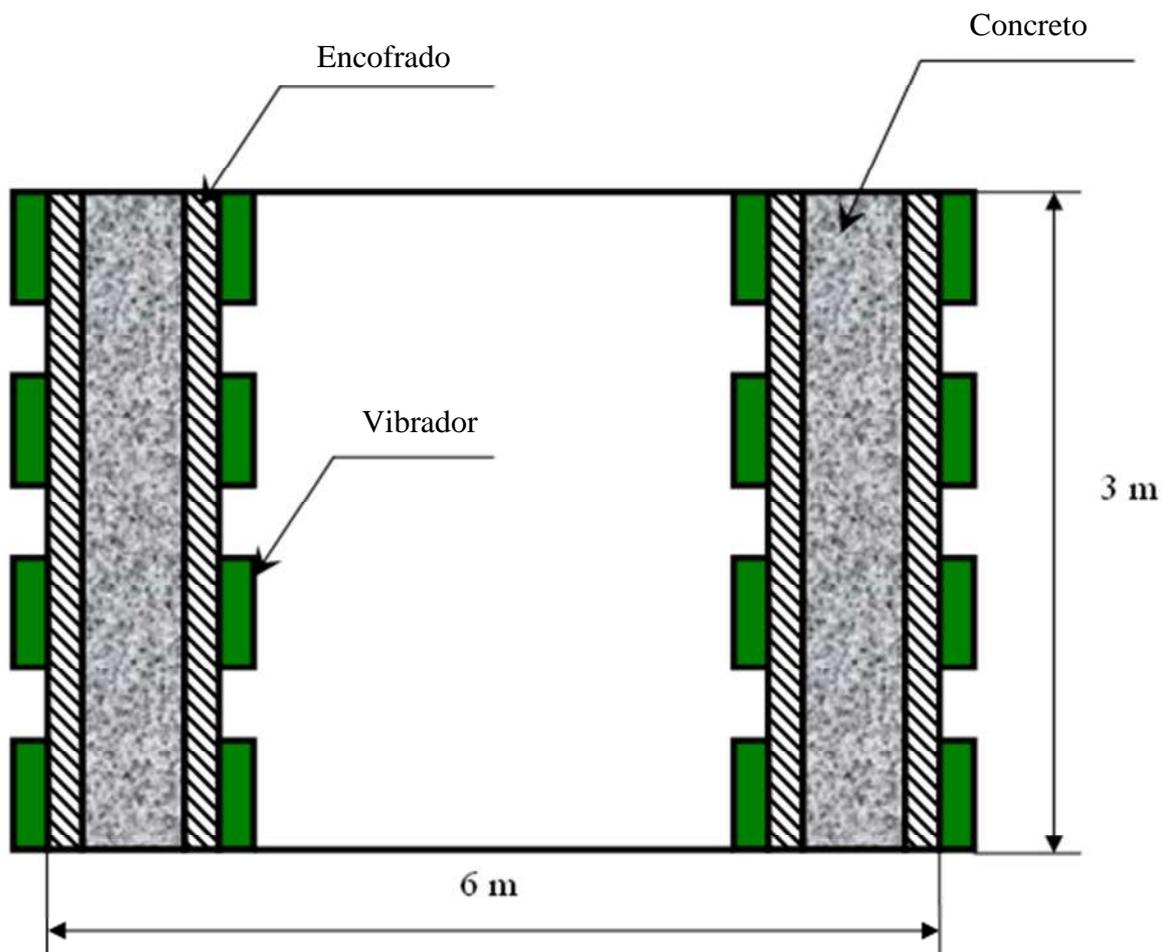
## Ejemplo de resolución de un problema usando ARIZ

Arriba, describimos el rol de cada una de las nueve partes de ARIZ. Ahora, empezaremos a describir el objetivo de cada paso, constituyendo estas partes del algoritmo. Hacia el final, usaremos uno de los problemas reales resuelto con el uso de TRIZ.

### Descripción de problema inicial

Para crear tuberías de concreto de gran diámetro (hasta 6 metros de diámetro), se vierte una mezcla de concreto en un encofrado doble de acero (véase Figura 2).

Para mejorar la calidad de la tubería, la mezcla de concreto se somete a tratamiento de vibración por vibradores unidos al encofrado. El principio de operación del vibrador es muy simple: es un volante excéntrico que gira en un eje impulsado por un motor. Cuando el motor está encendido, el volante impacta el encofrado, generando vibraciones, que son transmitidas desde el encofrado al concreto.



*Figura 2 Sección de un encofrado para la producción de tuberías de concreto, provisto de un vibrador para compactar el concreto.*

A nivel de proceso productivo, el vibrador cumple su función lo suficientemente bien. La única desventaja del sistema es el alto nivel de ruido. En lo que se refiere a la intensidad de sonido, este es comparable motor de propulsión. ¿Cómo puede ser eliminada esta desventaja con la introducción mínima de cambios al sistema existente, y usando la cantidad mínima de recursos externos y la cantidad máxima de recursos internos disponibles dentro del sistema o el entorno directo?

En términos de TRIZ Clásico, dicha formulación de un problema se llama mini-problema. Un

mini-problema se caracteriza por tener restricciones máximas en lo que respecta la introducción de nuevos componentes. La regla general de definición de un mini-problema es “Todo debería permanecer tal como está, pero la desventaja debería desaparecer”.

Inversamente, un maxi-problema admite cualquier cambio, incluso un cambio radical del sistema mismo o su reemplazo con un sistema diferente que está exento del efecto indeseable dado.

Por lo tanto, las soluciones pueden ser clasificadas de acuerdo a las limitaciones dentro de los marcos en los que resuelven un problema, comenzando con el máximo de limitaciones de un mini-problema, y terminando con el mínimo de limitaciones de un maxi-problema.

Es evidente que tecnología avanzada reciente de concreto autocompactante no requiere del uso de vibradores y es una solución de problema que difiere de la descrita en este artículo. No obstante, resolver el problema por medio de concreto autocompactante no es una solución de mini-problema, porque requiere de más cambios e investigación más avanzada que aquellos necesarios para la solución propuesta.

La idea de ese tipo de concreto afloró en el comienzo del proceso de resolución de problema. En ese entonces, sin embargo, la elaboración de dicho concreto era un problema de investigación serio y requería de mucho tiempo. Deberíamos mencionar que el problema surgió en una planta operadora, y debía ser resuelto dentro de un período de tiempo muy corto, con los medios disponibles y aun precio aceptable.

Y, finalmente, nos gustaría recordarles a nuestros lectores que este ejemplo fue escrito por un especialista en TRIZ que no es especialista en construcción civil. Es transparente no sólo a los especialistas del campo nato, sino que también al público general.

### **3.2.1. Parte 1: Analizando un problema y creando un modelo**

#### **Parte 1.1. Describiendo una condición de problema**

##### **1.1.1. Una breve descripción de un sistema técnico, su designación y componentes básicos**

El sistema técnico dado sirve para producir tuberías de concreto. Está compuesto de un encofrado doble concéntrico (dentro del que se vierte la mezcla de concreto) y vibradores (que impactan el encofrado para incrementar la densidad del concreto y remover los vacíos de aire que se forman al verter el concreto al encofrado).

##### **1.1.2. Un sistema de contradicciones**

Desde el punto de vista de TRIZ, cualquier problema es complicado, porque contiene una contradicción oculta o aparente. Para resolver un problema, es necesario identificar una contradicción y describir el problema de tal manera que se pueda esquivar o eliminar la contradicción revelada.

Por lo tanto, para comenzar, es necesario identificar la contradicción causante del problema. En TRIZ, describir correctamente un problema significa encontrar esta contradicción y definiendo de manera más clara posible según ciertas reglas. Esto puede llevarse a cabo usando el Análisis Expreso OTSM de una situación problemática. Para este propósito, ARIZ incluye un sistema de contradicciones técnica llamada CT-1 y CT-2.

Una descripción correcta de un sistema de contradicciones permite entender qué parámetros usados para evaluar las propiedades de un sistema dado están conectados con una contradicción: dos parámetros de un sistema técnico bajo consideración (Parámetro de Evaluación 1 y Parámetro de Evaluación 2) están interrelacionadas a través de un tercer parámetro que puede ser usado para los valores de los Parámetros de Evaluación. Este parámetro se llama Parámetro de Control, porque el cambio de su valor permite el control de los Parámetros de Evaluación (Parámetro de Control).

Al formular la CT-1 y CT-2, es importante identificar el elemento al cual el parámetro de control, que conecta dos Parámetros de Evaluación, pertenece, siendo esta conexión del tipo que



la mejora del Parámetro de Evaluación 1 significa la degeneración del Parámetro de Evaluación 2, y viceversa.

No describiremos el proceso de situación inicial en detalle, y entregaremos de inmediato un sistema de contradicción.

CT-1.

Si la fuerza vibratoria (Parámetro de Control 3) de los vibradores (elemento E) es grande (valor del Parámetro de Control 3), la densidad y homogeneidad del concreto (Parámetro de Evaluación 2) es alta (valor del Parámetro Evaluación 2, positivo), pero el nivel de ruido (Parámetro de Evaluación 1) es muy alto (valor de Parámetro de Evaluación 1, negativo).



CT-2:

Si la fuerza vibratoria (Parámetro de Control 3) de los vibradores (elemento E) no es grande (valor opuesto al valor del Parámetro de Control 2 indicado en la CT-1), entonces el nivel de ruido (Parámetro de Evaluación 1) puede ser reducido (valor de Parámetro de Evaluación 1, positivo), pero la densidad y homogeneidad del concreto (Parámetro de Evaluación 2) disminuyen (valor de Parámetro de Evaluación 2, negativo).



Parámetro 1 – Evaluación	Nivel de ruido
Parámetro 2 – Evaluación	Densidad y homogeneidad de concreto
Parámetro 3 – Control	Fuerza vibratoria

Cabe señalar que la agrupación de parámetros de control de evaluación está ausente en TRIZ Clásico. Fue introducida dentro del marco de OTSM, para distinguir claramente los roles de los parámetros en el curso de análisis de situaciones problemáticas complicadas, en las que el mismo parámetro juega distintos roles. Además, hasta en el proceso de análisis basado en ARIZ de problemas relativamente simples, emerge la necesidad de introducir nuevos parámetros de control, que puedan servir como una alternativa al parámetro dado.



Es importante entender que los Parámetros de Evaluación escogidos en el paso 1.1 permanecen sin cambios durante la totalidad del análisis de problema. Solamente pueden ser especificados. Al mismo tiempo, la lista de parámetros de control puede ser expandida mientras se analiza el problema en la tercera parte del Algoritmo.

### 1.1.3. El resultado deseado

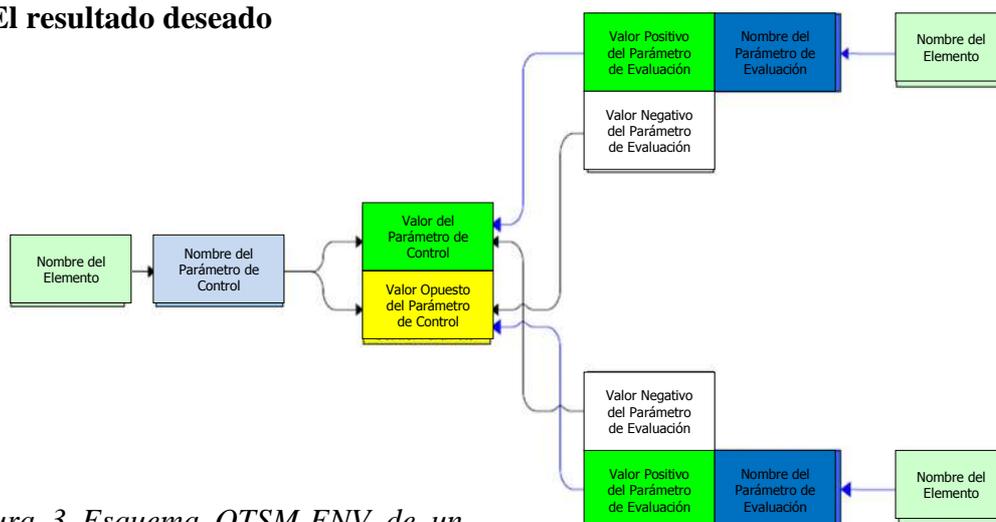


Figura 3 Esquema OTSM-ENV de un sistema de contradicciones

Si el sistema de contradicciones es construido correctamente y el modelo definido apropiadamente, es suficiente reunir los valores positivos de los Parámetros de Evaluación 1 y 2 del modelo del sistema de contradicciones, como se muestra en la Figura 3.

La definición resultante deseada

Para resolver el problema, es necesario proveer una alta densidad y homogeneidad del concreto (el valor del Parámetro 2, positivo), junto con un bajo nivel de ruido (el valor del Parámetro 1, positivo).

Es esencial entender las leyes del área temática (física u otra) que interconecta el parámetro clave del sistema (los parámetros de evaluación 1 y 2 mencionados arriba).

En términos de TRIZ Clásico y OTSM, la ley es una relación recurrente entre los parámetros, fenómenos o eventos. Si ocurre un evento, entonces sigue naturalmente el otro. Si uno de los parámetros cambia su valor, entonces los valores de los otros parámetros, conectados con este parámetro, también cambian.

Si la ejecución del primer paso de ARIZ causa dificultades con hacer frente a algunos problemas, entonces es recomendable usar el Análisis Expreso de OTSM para transformar la situación problemática inicial en un esquema OTSM-ENV del sistema de contradicciones.

## Paso 1.2. Identificando los elementos conflictivos de un sistema

Este paso apunta a la identificación de los elementos de sistema que conectan los parámetros positivos y negativos descritos en el paso 1.1. a través de relaciones causa-efecto, leyes.

Los pasos ARIZ están estrechamente interrelacionados, cada paso sucesor es siempre una continuación lógica del anterior. La ausencia de dicha interrelación quiere decir que se ha cometido algún error lógico y es necesario revisar los pasos previos para encontrar y corregir este error en el análisis. Con un error correctamente desarrollado, cada paso subsecuente resulta lógicamente de los anteriores.

Si el primer paso fue ejecutado con el uso del Análisis Expreso de OTSM de la situación problemática, entonces los resultados del paso 1.2. deberían ajustarse al esquema del sistema positivo obtenido como resultado del análisis expreso.

Los dos elementos conflictivos con la herramienta y el producto.

El producto es un elemento que necesita ser procesado (manufacturado, movido, cambiado, mejorado, protegido de influencia perjudicial, medido, etc.) según las condiciones del problema. Para problemas de detección y medición algunos elementos que se consideran herramientas (según su función base) pueden ser considerados como productos (por ejemplo, un sensor recibe una función de la fuente de la señal, por ende, es un producto, y no una señal).

La herramienta es un elemento que interactúa directamente con el producto (por ejemplo, más bien fresa que fresadora; más bien fuego que quemador). En particular, una parte del entorno puede considerarse como herramienta también. Las partes estándar con la que se arma el producto también (por ejemplo, mecano es la herramienta de creación de diversos “productos”).

Uno de los elementos en la parte conflictiva puede ser doblado. Por ejemplo, se entregan dos herramientas diferentes, y deben actuar sobre el producto simultáneamente, y una herramienta interfiere con la otra. O se entregan dos productos, que deben ser procesados con la misma herramienta, y un producto interfiere con el otro.

En cuanto a nuestro ejemplo, se pueden identificar los siguientes participantes como producto y ejemplo.

*Producto: mezcla de concreto*

Necesitamos generar una mezcla de concreto más densa. Esto es, el desempeño de esta función debe tener como resultado, un concreto aumentado en densidad.



## *Herramienta: vibrador y encofrado*

El encofrado interactúa directamente con el concreto, pero encofrado en sí no puede causar la vibración del concreto; por ello, según la reglas de ARIZ, estamos considerando la herramienta doble “encofrado+vibrador”.

La herramienta vibra y compacta la mezcla de concreto, que es su función principal. Sin embargo, un producto perjudicial (indeseable) -ruido- se origina durante su operación. Debería ser removido sin impedir el desempeño de la función principal de la herramienta. La aparición de un sonido fuerte es un fenómeno secundario. En esta situación, se considera nuevamente indeseable. Por lo tanto, para resolver este problema, el fenómeno debe removerse.

Para completar este paso, es necesario formular qué debería desempeñar el sistema, o, en otras palabras, formular su función. Para describir la función, OTSM-TRIZ recomienda usar un grupo de sinónimos. Ayuda a superar la inercia psicológica impuesta por la terminología profesional. A propósito, hacemos frente aquí a una de las reglas generales de TRIZ Clásico, que afirma que todos los términos especiales deben ser reemplazados por palabras ordinarias usadas en el diario vivir.

Esto fuerza a un solucionador a examinar el fenómeno de interés desde diferentes ángulos, y entender mejor qué es exactamente lo que el sistema analizado debería hacer.

Una herramienta aún más efectiva para suprimir la inercia psicológica impuesta por los términos y para determinar la función aún más precisamente es el Algoritmo Descriptor de Función de Tres Pasos, incorporado en modelos OTSM que no describiremos en este documento.

Al dominar ARIZ, es importante que un profesor preste especial atención en enseñarle a estudiantes llevar a cabo la auto-verificación de los pasos ejecutados. Es una de las habilidades de reflexión que son tan importantes a la hora de hacer frente a problemas complicados. El enseñar a los alumnos llevar a cabo la auto-verificación de la calidad de ejecución de pasos está estrechamente vinculado a diferentes modelos, postulados y herramientas OTSM-TRIZ. Mientras más amplio y profundo sea el conocimiento del estudiante del complejo completo de bases teóricas y herramientas prácticas de OTSM-TRIZ, más fácil resultará controlar la calidad de los pasos que ejecute, y más alta será la calidad del proceso de resolución de problemas.

Por ejemplo, al controlar la calidad de ejecución del paso 1.2., es de utilidad comparar los resultados obtenidos con la descripción de sistema del paso 1.1. Si a un solucionador le resulta familiar, por ejemplo, el Algoritmo Descriptor de Función de Tres Pasos, entonces sería de utilidad usarlo para determinar el producto.

Pero, si se ha llevado a cabo el Análisis Expreso de OTSM de una situación problemática, entonces sería de utilidad detenerse en el paso 1.2., y verificar cómo se coordina el paso 1.2. de ARIZ con los modelos obtenidos en el curso del Análisis Expreso.

El proceso de verificar la lógica de ejecución de pasos ARIZ es a menudo parecido al proceso de verificación de los resultados computados en matemática: es necesario computar usando otro método, y luego comparar los resultados. Esto se hace también por medio de los siguientes pasos.



### **Paso 1.3. Creando un esquema gráfico de un sistema de conflictos**

El objetivo de esta etapa es analizar el sentido y la lógica de unidad de los pasos previamente ejecutados. Con este fin, se crea un modelo gráfico de descripción de problema.

Presentar el texto obtenido para describir un conflicto en el paso 1.1. en la forma de un modelo gráfico (véase capítulo de modelamiento Sustancia-Campo) es uno de los mecanismos inherentes usados para superar la inercia psicológica. Para llevar a cabo esta operación, se emplean otros mecanismos de nuestro pensar consciente e inconsciente. La cuestión es que, según investigadores estudian la actividad cerebral, partes distintas del cerebro son por lo general

responsables del texto y la gráfica. Por ello, describir un conflicto a través de gráfica y hacerlo a través de texto son herramientas alternativas que resultan de ayuda para la auto-verificación de la calidad de trabajo.

Generalmente, después de dos o tres pasos ARIZ, se hace necesario recapacitar y verificar el trabajo llevado a cabo, resumiendo los pasos ejecutados. Si los pasos se entrelazan lógicamente y no se contradicen entre ellos, entonces puede pasar al siguiente paso.

Pero si la lógica entre los pasos antecesores y el que está siendo ejecutado en un momento determinado se quiebra, si se viola la lógica formal, es una señal denotando que debemos darle mayor pensamiento al por qué de este quiebre.

En nuestro ejemplo, es necesario comparar los modelos gráficos de los conflictos obtenidos en el paso 1.3. con la descripción de texto y el esquema ENV (diagrama) de los conflictos en el paso 1.1. En esquemas gráficos, al igual que en el paso 1.1., por parámetros de evaluación Intensidad de Ruido y Calidad (densidad y homogeneidad) de Concreto se encuentran en conflicto. El nombre del parámetro de evaluación “Densidad y Homogeneidad” de Concreto dado en el texto cambió al parámetro de “Calidad” en la presentación gráfica. La cuestión es que, la noción de “calidad” depende de muchos parámetros de evaluación y adquiere diferentes significados para el mismo producto o servicio, dependiendo de una situación; consecuentemente, esta noción es fácil de usar al sustituirla por criterios y parámetros de evaluación más específicos. Esto, no obstante, a menudo reduce la efectividad del análisis. Es recomendable por lo general, evitar términos amplios, e indicar parámetros de evaluación específicos, usados para evaluar la calidad de desempeño de una función.

Tenga en cuenta que los esquemas de conflictos deberían incluir tanto el producto como la herramienta identificada en el paso 1.2. Tanto el concreto y el encofrado vibratorio son presentados en el esquema gráfico.

En conclusión, debería decirse que los esquemas de conflicto pueden ser ejecutados de forma arbitraria, conveniente para el solucionador. La condición principal es la correspondencia lógica a todos los pasos previamente ejecutados: correlación con la descripción de texto de los conflictos, y la presencia del mismo Producto y Herramienta en las descripciones gráficas y textuales de los conflictos.

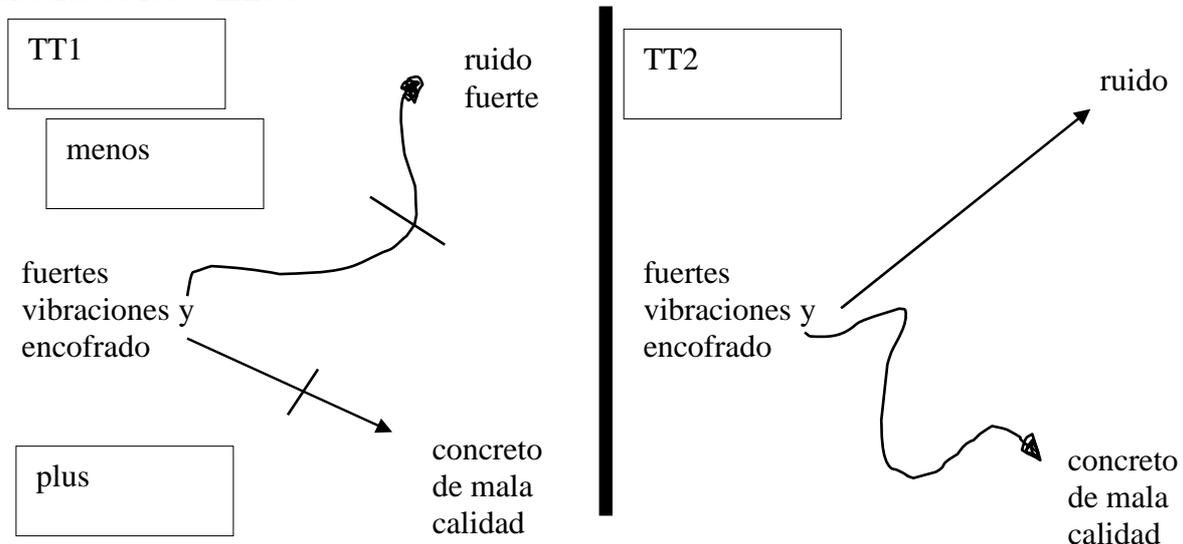


Figura 4 Modelos gráficos del problema

#### Paso 1.4. Seleccionando un modelo gráfico de un sistema

Para construir un modelo de problema, necesitamos escoger uno de los conflictos revelados.

Para hacer una selección correcta, OTSM-TRIZ sugiere considerar la jerarquía de los objetivos

del sistema a la que la función del sistema bajo consideración pertenece.

Dicho enfoque permite una mejor comprensión de qué es exactamente el producto principal en términos de TRIZ Clásico. Según las reglas de ARIZ, se propone la selección de aquel gráfico que potencialmente mejore la realización del Proceso Productivo Principal.

Los principiantes de TRIZ confunden a menudo la función principal de un sistema con el proceso productivo principal. Para evitar este error, tiene sentido comenzar este paso la construcción de una jerarquía de objetivos. Debería tenerse en cuenta que la función y el objetivo son usualmente considerados sinónimos en términos de OTSM-TRIZ. En otras palabras, la función del sistema se considera como el objetivo de existencia del sistema. El proceso productivo principal es el objetivo de existencia (función) de algún supersistema, al cual un sistema de interés pertenece como uno de sus subsistemas.

Ejemplo: La Función Principal y el Proceso Productivo Principal.

La función de un motor eléctrico de un torno es convertir energía eléctrica en energía mecánica de rotación. Luego, la energía mecánica es usada para rotar un bloque de material y mover una herramienta de corte en diferentes direcciones. Como resultado, se le da forma necesaria al bloque de material, por ejemplo, un cilindro de un motor de combustión interna. Por lo tanto, el Proceso Productivo Principal es la producción motores de combustión interna. La Función Principal del sistema “motor eléctrico” es convertir electricidad en energía mecánica de rotación.



Para determinar el Proceso Productivo Principal, es necesario subir al menos 3 o 4 niveles por sobre el nivel del sistema bajo análisis.

### 1.4.1. La jerarquía de objetivos

Necesitamos reducir el nivel ruido. Pero el ruido se genera durante el desempeño de la función principal de los vibradores.

Los vibradores impactan el encofrado, causando de esta manera vibraciones en concreto líquido. Las vibraciones generadas se propagan gradualmente en el volumen completo de concreto.

Como resultado, el concreto se mueve hacia abajo, exprimiendo el aire que entra durante el vertido del concreto.

Como resultado, la calidad de las tuberías de concreto producidas por esta compañía mejora. Tuberías de alta calidad son usadas para construir redes de tuberías de todo tipo.

### 1.4.2. Escogiendo el modelo gráfico de un problema

Según la jerarquía de objetivos analizada, la construcción de diversos sistemas de transporte requiere de tuberías de concreto de alta calidad. Por ello, usaremos el modelo gráfico que permite producir el concreto de mejor calidad (de alta densidad y homogeneidad). En otras palabras, usaremos el modelo de problemas descrito por la contradicción CT-1.

Si el paso 1.1. fue ejecutado usando el Análisis Expreso de OTSM de la situación problemática, entonces sería útil comparar la jerarquía de objetivos obtenida en el paso 1.4. con la obtenida a través del Análisis Expreso. Si se revela una diferencia significativa entre ellos, es necesario entender sus causas y eliminarlas. Con este fin, a veces necesitamos volver al comienzo y verificar el curso completo de análisis, comenzando con el proceso de construir la jerarquía durante el Análisis Expreso. Un solucionador reenfocar su atención en la reflexión sobre la lógica del análisis conducido, tratando de entender dónde y por qué la lógica fue quebrada, causando una diferencia significativa entre las jerarquías de objetivos y, en consecuencia, una diferencia en determinar el Proceso Productivo Principal en diferentes etapas de análisis. En estos casos, se hace evidente que la comprensión de los detalles de la situación problemática cambió en el curso del análisis, pero el cambio permaneció inadvertido. Por consiguiente, es necesario repetir el proceso completo de análisis de acuerdo a este nuevo entendimiento de la

situación problemática.

Debería tenerse en cuenta que un problema a menudo emerge a través de la carencia un claro entendimiento de qué está sucediendo en una situación dada y por qué algunos fenómenos son considerados como negativos. El proceso de analizar una situación problemática usando la herramienta OTSM-TRIZ está orientado a una mejor comprensión y remoción de las causas de peso subyacentes a la ocurrencia de esta situación problemática. El proceso de resolución de problema se organiza de tal manera que podamos ver el conflicto identificado desde distintos ángulos, al igual como lo hacemos al examinar una escultura. Para una mejor ilustración, establezcamos una analogía con una cámara de video. Mientras analizamos un problema, nos alejamos alternadamente de él, para ver la situación como un todo, y nos acercamos para ver algunos detalles. Luego nos alejamos nuevamente, y cambiamos nuestra posición para ver el problema desde un ángulo distinto, verificando la lógica de análisis y recodificando las ideas de solución que emergen de nuestro subconsciente. Cuando hacemos esto, nuestro entendimiento y visión del problema cambia y se especifica permanentemente.

Es importante mencionar que en el curso de aplicación las herramientas de TRIZ Clásico y OTSM, fue confirmada la hipótesis inicial de G. S. Altshuller; el mecanismo descubierto para resolver problemas técnicos también probó ser útil para resolver problemas no técnicos. Es únicamente necesario organizar una cooperación efectiva entre profesionales de TRIZ y expertos de áreas temáticas. Las herramientas OTSM se movieron incluso más lejos en este aspecto. Prácticamente, no están conectadas con algún área particular. Trátese de tecnología o investigación, negocios o economía, las herramientas OTSM TRIZ permiten un procesamiento efectivo del conocimiento en diversas áreas temáticas. Lo que se requiere es conocimiento.

El asunto es que analizando una situación problemática de acuerdo OTSM-TRIZ a menudo lleva a especialistas de campo a la idea que un problema puede ser resuelto atrayendo el conocimiento de otros campos de la actividad humana. Nuestras herramientas ayudan al entendimiento de qué tipo de conocimiento es requerido y a la determinación del ámbito de actividad en el que conocimiento es utilizado más frecuentemente y más efectivamente. Invitar a expertos de esta área del conocimiento puede ayudarlo a encontrar una solución conceptual necesaria y llevar las ideas generales de esta solución a un nivel de detalle que permiten la implementación de esta solución.



Ejemplo de mi práctica reciente. Uno de los estudiantes del programa de diseño de innovación estaba desarrollando un proyecto relacionado con el ajuste de dos objetos muy pequeños para un montaje posterior. Tanto él como sus colegas eran ingenieros mecánicos. Dado que la mayoría de su conocimiento pertenecía a esta área, se estaban enfocando únicamente en encontrar soluciones mecánicas a su problema. El análisis de problema que habían llevado a cabo usando herramientas OTSM-TRIZ los llevó a la conclusión que su problema podía ser resuelto suplementando la parte mecánica con una parte óptica. Primero, estaban confundidos, porque no eran suficientemente competentes en el área de la óptica. Por lo mismo, nunca habían considerado y propuesto soluciones que necesitaban de conocimiento fuera de su competencia. No obstante, ARIZ los orientó a atraer especialistas de esta área del conocimiento. La compañía para la que trabajaba el especialista, encontró especialistas en óptica y, como resultado, se archivó una patente para la aplicación.

El ejemplo de arriba, como muchos otros ejemplos de nuestra práctica, prueba que las herramientas OTSM-TRIZ fuerza a solucionados a divergir de los caminos trillados al área de las innovaciones, en las que soluciones muy interesantes y prometedoras pueden ser encontradas. Esta característica peculiar de las herramientas OTSM-TRIZ permite a ingenieros y otros usuarios crear nuevos productos y servicios más efectivamente, organizar procesos de negocios

bajo un mercado de productos y servicios rápidamente cambiante, capacitar a su compañía para producir sostenidamente innovaciones necesarias, haciéndolo efectivamente y oportunamente. Por supuesto, esto requiere esfuerzos en el lado de los niveles de gestión más altos y los esfuerzos respectivos entre directivos y profesionales de todos los niveles. Pero vale la pena. Aquí hay sólo un ejemplo. Samsung Corporation, que comenzó a introducir TRIZ y los elementos OTSM en 1999-2000, ocupó el segundo lugar en el mundo en lo que respecta las patentes registradas en los Estados Unidos, siendo el primer lugar ocupado por IBM. Uno de mis estudiantes empleado por IBM me contó que un crecimiento del potencial de innovación de Samsung tan explosivo causa serias preocupaciones en su compañía...

Pero volvamos a nuestro análisis del problema de las tuberías de concreto.

Habiendo hecho nuestra elección a favor del proceso que asegura una alta densidad y homogeneidad del concreto, hemos también escogido un efecto indeseable que tendremos que eliminar, utilizando todos los recursos disponibles. El análisis preliminar del fenómeno indeseable, así como el análisis de los recursos potencialmente disponibles en la situación problemática inicial, serán llevados a cabo en la segunda parte de ARIZ. Empezando con el paso 1.4., el fenómeno negativo y los recursos disponibles son siempre analizados en paralelo y simultáneamente. Después de identificar los detalles del fenómeno indeseado, esclarecemos qué recursos pueden ser utilizados para eliminar este fenómeno (la segunda parte de ARIZ). Luego, determinamos qué impide usar los recursos disponibles para remover el fenómeno indeseado (la tercera parte de ARIZ). Las partes 2 y 3 de ARIZ estimulan sistemáticamente el trabajo de mecanismos creativos subconscientes. Los matices individuales de fenómenos indeseables están siendo integrados a un cuadro más completo y detallado de la ocurrencia y evolución de los efectos indeseados seleccionados en el paso 1.4. Soluciones conceptuales parciales emergen en paralelo. Se están vinculando a un cuadro más completo y detallado de la futura solución del problema. En este caso, para sintetizar soluciones, los solucionadores pueden usar diversas herramientas que no son mencionadas directamente en el texto ARIZ canónico. El texto ARIZ es una suerte de estrategia de uso de herramientas individuales y enunciados teóricos del permanentemente en desarrollo OTSM-TRIZ. Pasos ARIZ individuales son estratagemas tácticas necesarias para llevar a cabo la estrategia. Dependiendo del nivel de desarrollo de las nuevas herramientas y las bases teóricas de OTSM-TRIZ, así como la conciencia de estas novedades, el solucionador ejecuta los pasos ARIZ respectivos, guiándose a una Solución Conceptual Satisfactoria.

Pero antes de pasar a la segunda parte de ARIZ, debemos completar el proceso de elaboración del modelo de situación problemática. El Paso 1.5. hace que OTSM-TRIZ sea similar al kárate. G. S. Altshuller hasta denominó al TRIZ Clásico como el kárate intelectual. ¿Por qué? Responderemos esta pregunta en el siguiente paso.

### **Paso 1.5. Intensificando un conflicto**

TRIZ Clásico y OTSM señalan, con un alto grado de precisión, la dirección a una solución. No obstante, para moverse en el laberinto de un problema, no basta con conocer la dirección. Es también necesario tener un “medio de transporte”, que permita el movimiento en la dirección indicada. Ese medio a menudo es el conocimiento en algún área científica. Una de las ventajas de las herramientas de TRIZ Clásico es que no sólo señalan la dirección, sino que también ayudan a escoger un “medio de transporte”.

En otras palabras, permiten seleccionar el conocimiento que es realmente indispensable para resolver el problema, de una gran cantidad de conocimiento especializado. Si el conocimiento necesario ya existe y está disponible, nos acerca a la solución del problema. Si no, las herramientas TRIZ nos permiten entender explícitamente qué conocimiento es requerido para resolver el problema formulado o encontrar una manera para evitar este problema. Esto es,

cambiar la situación de manera tal que resulte innecesario la resolución del problema.

Ejemplo de pasar por alto un problema.

Muchos años atrás, usando un teléfono público, la gente debía pagar un llamado con la inserción de una moneda dentro de una ranura estrecha, y había un servicio responsable de coleccionar estas monedas regularmente. A los ladrones les atraía este dinero y muchas veces rompían estos aparatos telefónicos. Ocurrió un problema de crear equipos telefónicos públicos absolutamente confiables, protegidos ante el vandalismo y el robo.

Muchos ingenieros se involucraron en la resolución de este problema, creando modelos nuevos de aparatos telefónicos. Estos, sin embargo, perdieron la competencia contra los ladrones. ¿Qué debía hacerse?

Todos nosotros sabemos hoy que, el problema fue resuelto mediante un cambio radical en el enfoque de pago de las llamadas telefónicas. Se organizó un sistema de venta de tarjetas telefónicas o un uso directo de las tarjetas bancarias. El dinero desapareció de los aparatos telefónicos, y éstos dejaron de atraer a los ladrones.

Un paso importante hacia resolver un problema es el paso 1.5., intensificando un conflicto.

Para principiantes, es a menudo difícil apreciar la contribución creativa de este paso a la resolución de problema. Tratan inconscientemente de evitarlo, o ejecutarlo formalmente (sólo mostrar que lo ejecutaron). ARIZ es una herramienta de análisis, pero no puede sustituir el análisis en sí. Pasar por etapas ARIZ formalmente a menudo termina en una falla de resolución de problema. Esto por esto que programas de computación basados en TRIZ no siempre llevan a una solución exitosa, aun cuando un solucionador ha ejecutado formalmente todas las etapas. Estos programas ayudan a desplazarse en una dirección necesaria, pero no están diseñadas para reemplazar a un ser pensante. Para entender las recomendaciones entregadas por programas basados en ARIZ o TRIZ, es necesario tener un buen conocimiento de TRIZ y entender claramente cómo operan las herramientas de esta teoría.

Adentrémonos en el funcionamiento del paso 1.5. en los múltiples roles que juega, que es de hecho cierto con respecto a cualquier otro paso del Algoritmo de G. S. Altshuller.

Aquellos familiarizados con el kárate u otros sistemas de lucha orientales saben que este último incluye no sólo movimientos físicos de un cuerpo, sino también movimientos cerebrales muy sofisticados, que permiten a un luchador ejecutar un movimiento de la manera más efectiva.

Una vez usé uno de estos mecanismos de pensamiento en el corte de leña. Pero comencemos desde el principio.

En kárate, hay un principio general de apuntar antes de atacar un punto determinado del cuerpo del contrincante. Uno necesita enfocarse mentalmente no en un punto de ataque, sino en un punto que está mucho más allá del punto objetivo. En este caso, el golpe entregado es mucho más fuerte, siendo que la energía consumida es la misma.

El principio funciona bien con el corte de leña. Lo puede comprobar Usted mismo. Uno no debería apuntar sólo en la parte superior del tronco o incluso en la superficie de un apoyo sobre el que descansa el tronco, sino en un punto mucho más bajo. Entonces el hacha pasará a través del tronco casi sin su esfuerzo...

¿Por qué?

Uno puede admirar el hecho que los inventores del kárate encontraron soluciones combinando mecanismos psicológicos, fisiológicos y físicos.

Resulta que al apuntar a cierto punto, nuestra mente subconsciente entra una orden al mecanismo fisiológico de nuestro organismo, la orden de auto-preservación. Como nuestra mano se aproxima al punto de impacto, instintivamente, a nivel subconsciente, comenzamos a bajar su

movimiento para prevenir daño de nuestro propio cuerpo. En este caso, primero invertimos energía en acelerar, y luego, al aproximarnos al punto de impacto, en desacelerar. Como resultado, el consumo aumenta, y la fuerza de impacto se reduce.

Algo así ocurre al trabajar en un problema. Un solucionador trata instintivamente de suavizar un conflicto subyacente al problema y comprometer en vez de solucionarlo.

Como sabemos de las fundaciones teóricas de TRIZ Clásico, las herramientas de esta teoría aplicada están orientadas a la reducción más grande de números de ensayos y errores vacíos bajo condiciones dadas. El paso 1.5. es una de las herramientas que nos permite rechazar un gran número de compromiso, ideas insatisfactorias sin generarlas. Al comienzo, a los principiantes les parece extraño, pero con la asimilación del cuerpo de conocimiento de OTSM-TRIZ en su totalidad, viene el entendimiento de cómo y por qué es posible.

Los pasos previos ayudaron a formalizar la descripción de problema y entregar una descripción detallada de la esencia del problema. En el paso 1.4., hemos escogido una dirección de resolución, el punto de impacto intelectual, en el que nos enfocaremos, más de una vez, en los siguientes pasos del Algoritmo.

Desde la terminología del kárate, hemos escogido el punto objetivo, en el cual debemos enfocar nuestros esfuerzos. Ahora falta mover mentalmente este punto objetivo tan lejos como sea posible. Luego, nuestros esfuerzos intelectuales serán más productivos en términos de remover el problema y las barreras que obstaculizan su resolución.

Volvamos al ejemplo del teléfono público. Había un problema de robo de teléfono. Incrementemos los requerimientos impuestos en la solución. ¿Cuándo se volverá imposible el robo del teléfono público? La respuesta es bastante obvia: cuando no hay dinero en ellos y no hay nada que robar. Esta dirección de resolución general nos lleva a una solución obvia: es necesario elaborar un aparato telefónico en el que el dinero nunca aparezca. Correspondientemente, llegamos a la idea de que los llamados deberían pagarse en otro lado, donde el dinero sea guardado seguramente. Por lo tanto, en vez del problema de prevenir el robo de teléfonos públicos, resolvemos el problema del pago de llamados.



Consideremos el ejemplo de la tubería de concreto. El efecto indeseable –ruido fuerte- ocurre porque es necesario compactar concreto. No habrá ruido si no impactamos el encofrado, pero entonces el concreto no será compactado. Una de las posibles formulaciones del nuevo problema sonará como sigue: no tienen que haber impactos sobre el encofrado, pero el concreto debe ser compactado. Esto lleva a la idea de crear un nuevo tipo de concreto. Hoy, dicho concreto existe. No obstante, un detalle importante; como ya mencionamos, el problema surgió en una planta que no tenía departamento de investigación capaz de crear dicho concreto. Como resultado, debían enfocarse en un mini-problema: la tecnología de producción de concreto no debe someterse a cambios significativos, pero el ruido debe ser eliminado o reducido considerablemente.

La intensificación del conflicto es una de las etapas que puede ser pasado formalmente. Pero esta operación no llevará a una solución, hasta que una persona que se encuentre estudiando TRIZ haya dominado los mecanismos de esta etapa. Mientras mejor sea su conocimientos de esta etapa ARIZ, más alto será su nivel profesional. Para completar este paso apropiadamente, es necesario superar la inercia psicológica que impide hallar la solución. Aquellos que son capaces de hacer esto, incrementan significativamente sus habilidades de resolución de problemas. Una de las herramientas de TRIZ Clásico que puede ayudar a ejecutar este paso de la mejor manera posible es el operador TTC (Tamaño-Tiempo-Costo). Omitiremos, sin embargo, la descripción de la ejecución del paso y entregaremos únicamente sus resultados de ejecución.

## Conflicto inicial

Los vibradores impactan fuertemente el encofrado, con el fin de compactar el concreto, pero eso causa un ruido fuerte, que se considera una desventaja bajo las condiciones dadas.

Como hemos escogido el mini-problema para resolverlo, debemos formular el conflicto



intensificado según se aplica exactamente a la tecnología existente.

## **Conflicto intensificado**

Los vibradores impactan el encofrado con fuerza tal que el ruido generado es insoportable incluso a cientos de kilómetros de distancia del lugar de producción de tuberías. Esta operación induce vibraciones que no son amortiguadas (su amplitud es la misma en el volumen completo de concreto), asegurando la mejor calidad de compactación.

Debería tomarse en cuenta que intensificar un conflicto según las reglas de OTSM-TRIZ permite pasar por el paso 1.5. no sólo formalmente, sino penetrando suficientemente profundo en el problema. Como vemos, para mejor la calidad del concreto, necesitamos proveer una amplitud de vibración necesaria en el todo el volumen de concreto. El efecto indeseable emerge justamente porque es necesario proveer la amplitud de vibración requerida de las partículas de concreto en el centro de la masa de concreto entre dos lados del encofrado. Sin embargo, debido a las propiedades del concreto, las vibraciones atenúan rápidamente mientras se propagan desde las paredes hacia el centro de la masa de concreto.

Una de reglas aplicadas en el ejemplo de arriba señala que la intensificación del conflicto no debería estar confinado sólo a intensificar el efecto intensificado (el ruido fuerte se vuelve aún más fuerte), sino que debería prever también la intensificación del efecto positivo (deseado) que podríamos usar (vibración uniforme y continua en toda la mezcla de concreto).

El paso 1.5. prueba nuevamente que tanto el efecto deseable como el indeseable están lógicamente vinculados. En el paso 1.5., se hace a veces evidente que esta conexión está ausente. Esto significa que debemos definir el problema de una manera distinta, y que probablemente será resuelto con algún método típico.

Por ende, el paso 1.5. también lleva a cabo la verificación de la función. Corroborar si existe una conexión causa-efecto entre dos parámetros de evaluación a través de un parámetro de control.

Después de ejecutar el paso de la intensificación de conflicto, un usuario OTSM-TRIZ experimentado ya sabe aproximadamente dónde se “esconde” la solución. Sin embargo, sin alguna habilidad especial en el uso de TRIZ, esta etapa ayuda a notar algo que pasó inadvertido ante especialistas que trabajaron en este problema previamente, específicamente que, para producir un resultado necesario, es suficiente con saber cómo inducir vibraciones sostenidas en el cuerpo de concreto o cómo crear vibraciones del concreto en sí, usando recursos.

Por ejemplo, durante la resolución de este problema en una sala de clases, algunos estudiantes a menudo tienen la idea de producir vibraciones utilizando el refuerzo ubicado dentro de la masa de concreto.



Es una de las soluciones parciales más frecuentes obtenidas en este paso. Hay también otras soluciones, porque la inercia psicológica comienza a quebrarse, y el problema se está volviendo más y más comprensible, incluso para especialistas que han hecho frente a él por mucho tiempo.

Es prácticamente imposible mostrarle a un principiante todos los matices de trabajo en problemas reales, utilizando solamente un problema como ejemplo. La vida real será siempre mucho más rica que ejemplos de entrenamiento. Por ello, al estudiar seriamente ARIZ, los estudiantes deben resolver sus propios problemas prácticos, extraídos de su vida profesional o privada.

Muchos pasos ARIZ pueden ser usados tanto como herramientas autosuficientes e independientes, como en combinación con otras herramientas OTSM-TRIZ. No obstante, usándolas como parte del Algoritmo genera mejores resultados.

## **Paso 1.6. Formulando un modelo de problema**

El paso 1.6. resume el trabajo hecho de acuerdo a la primera parte de ARIZ. En este paso, jugamos el rol de un observador externo e integramos todos los resultados, obtenidos en pasos individuales, a una total orgánicos, para describir claramente la nueva comprensión de la

situación problemática – el modelo de problema.

## 1.6.1. Especificando la descripción de los elementos conflictivos

Ahora, basados en el trabajo dedicado en seleccionar uno de los esquemas de conflicto y en la formulación intensificada del conflicto escogido, podemos determinar nuevamente los elementos conflictivos (una herramienta y un producto) y compararlos con aquellos definidos en el paso 1.2.

### Herramienta

Un vibrador de alta potencia que impacta muy fuertemente un encofrado (vibrador+encofrado). Impacta el encofrado tan fuertemente que vibraciones sostenidas son inducidas al volumen completo de concreto.



### Producto

Una mezcla de concreto y aire (contenida en el concreto)

El producto ha permanecido sin cambios, pero el estado de la herramienta ha sido corregido significativamente.

## 1.6.2. Formulando el conflicto intensificado

El vibrador de alta potencia impacta el encofrado tan fuertemente que la amplitud de “agitación” (movimiento, fluctuación, vibración) de la mezcla de concreto virtualmente no es amortiguada, y permanece igual a lo largo de todo el volumen de concreto. Pero el ruido se hace insoportable.

Si el paso 1.5. se ha llevado a cabo exhaustivamente, puede parecer que su formulación puede ser copiada. No obstante, no vale la pena. Sería mejor pensar en cómo intensificar el conflicto aún más, y enfocarse en las conclusiones que se podrían derivar del conflicto intensificado. En el caso actual, al intensificar el conflicto, hemos revelado las mejores condiciones de compactación de concreto: una amplitud vibración equitativa fuerte de la masa de concreto en todo el tramo entre las paredes del encofrado. Ahora, podemos corregir la descripción del resultado deseado.

## 1.6.3. Reformulando el resultado deseado

Es necesario introducir un elemento desconocido, o hacer cambios que harán referencia a un elemento X que, por un lado, proveerá la fuerza y amplitud de agitación necesaria (movimiento, fluctuación, vibración) en el volumen de concreto; y, por el otro lado, proveerá una operación de los vibradores totalmente exenta de ruido.

Note que un elemento X no es necesariamente un objeto físico, puede también ser un cambio estructural en los elementos ya disponibles de un sistema inicial. Es justamente esto a lo que apuntamos: introducir cambios mínimos, pero eliminar el efecto negativo, preservando y mejorando un efecto positivo.

Para ello, hemos analizado y resumido todo el trabajo efectuado de acuerdo a la primera parte de ARIZ. En esta parte, hemos obtenido una formulación clara del modelo de problema, que usaremos para analizar recursos disponibles en el sistema al comienzo de la tercera parte del Algoritmo. Más aún, como ya hemos mencionado, debido a la intensificación del conflicto, esta formulación llama nuestra a la recomendación referente a la resolución de problema.

Antes de completar finalmente el paso 1.6., usemos la regla OTSM y escribamos de forma separada la descripción del fenómeno positivo a preservar y mejorar, entregando también una descripción clara del fenómeno negativo a eliminar.

### El efecto positivo que queremos obtener y preservar con la resolución de problema:

Obtener una fuerza y amplitud de “agitación” necesaria (movimiento, fluctuación, vibración) en el volumen de concreto.



## **Efecto indeseable a eliminar:**

Ruido generado durante la compactación del concreto. Posibilitar una compactación sin ruido.

Como se ve, la descripción del problema ha sido simplificada considerablemente. Ahora tiene menos detalles, conservando la esencia del problema. No necesitamos pensar en distintas soluciones que no funcionarán con este modelo. Sin embargo, dichas ideas pueden ocurrir. Éstas, al igual que otras ideas, deben ser anotadas separadas al texto de los pasos de Algoritmo que se está ejecutando, para incrementar la efectividad del trabajo basado en OTSM-TRIZ en estas ideas al debido tiempo, y así no tener que buscarlas en todo el texto del análisis de problema basada en ARIZ.

## **Paso 1.7. Buscando una solución estándar**

Observando la descripción de problema más atentamente, uno puede notar que a pesar de que el elemento de sistema “vibradores” se preserva en la descripción de modelo de problema, pero palideció hasta la insignificancia, dejando únicamente la función que debía desempeñar: inducir vibraciones suficientemente fuertes de cierta amplitud al volumen de concreto.

Por ello, dentro del modelo de problema Sustancia-Campo, vale la pena comenzar con un modelo Sustancia-Campo en el que sólo se tenga una sustancia, y escoger una solución estándar correspondiente o un grupo de dichas soluciones.

Aquí hay una de las soluciones estándares recomendadas por el sistema de estándares para un caso que es análogo al nuestro: sólo una sustancia, agregando una sustancia más o un campo a un sistema, organizando la interacción de ambas sustancias y el campo de tal manera que el efecto indeseable desaparezca, mientras el efecto positivo permanece o incluso mejora.

En la etapa de análisis dada, esta recomendación parece muy vaga. Sin embargo, el curso de análisis subsecuente nos permitirá entender mejor qué sustancia y campo deberían ser introducidos al sistema para que éste pueda ser resuelto.

La versión existente del Sistema de Estándares Inventivos propuesta por G S: Altshuller permite la resolución del problema en este paso. Pero el objetivo de este material no es demostrar cómo el Sistema de Estándares Inventivos funciona, sino describir la función de los pasos ARIZ cuando las soluciones inventivas estándares no nos llevan a una solución satisfactoria. Para ello, omitimos la descripción detallada de este paso y la transición al Sistema de Estándares Inventivos de Altshuller.

## **3.2.2. Parte 2: Analizando un modelo de problema**

La segunda parte del Algoritmo está diseñada para revelar y llevar a cabo un análisis preliminar de los recursos disponibles para resolver el conflicto descrito en el modelo de problema. En esta parte, analizamos espacio y tiempo, recursos sustancia y campo disponibles en la situación de problema inicial.

Si el problema bajo consideración no es de carácter técnico, será necesario analizar otros tipos de recursos específicos para sistemas que necesitan mejora o que necesitan ser creados dentro del marco de la resolución de problema.

Todo esto es preparación para la culminación del proceso de resolución que ocurre en la tercera y cuarta parte del Algoritmo.

En la segunda parte de ARIZ, el número de ideas emergentes usualmente comienza a crecer. Estas ideas a menudo parecen ridículas, poco realistas, o tener serias desventajas. Los errores típicos de los solucionadores es rechazar estas ideas sin haberlas analizado lo suficiente, mientras que la razón de rechazarlas y subestimarlas se halla en la inercia psicológica.

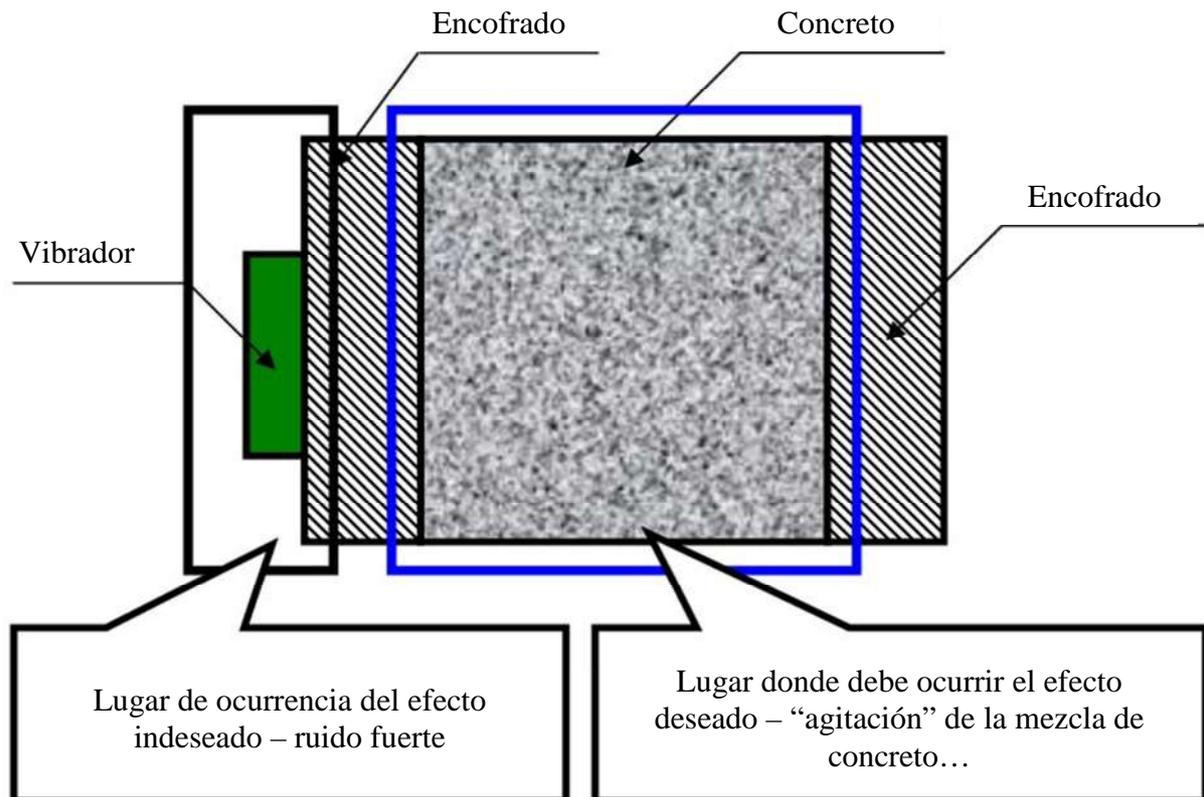
Todas, incluso las ideas menos realistas y más ridículas deberían ser registradas en un protocolo separado, un banco de ideas. Esta es la regla general del análisis OTSM-TRIZ de situaciones problemáticas, sin importar si se utiliza TRIZ Clásico o herramientas OTSM en el trabajo en un

problema.

## Paso 2.1. Analizando la zona operacional

El objetivo de este paso es enfocar, de acuerdo a ciertas reglas, nuestro trabajo mental sólo en el análisis del espacio en el que emerge la contradicción, y verificar la posibilidad de resolver la contradicción en el espacio.

Una zona operacional es la parte del espacio en la que el problema surge. Puede ser identificada como la región en la que la Herramienta y el Producto, identificados en el paso 1.2., tienen una interacción indeseada o insatisfactoria.



*Figura 6 Zona de Espacio donde emergen los efectos deseados e indeseados*

Esta figura muestra que a la agitación de concreto y la generación de ruido ocurriendo en regiones diferentes del espacio.

Analizando la figura de la zona operacional se ve que la zona donde el efecto deseado (agitación del concreto) debe emerger y la zona donde el efecto indeseado (vibración del aire) emerge no se traslapan en el espacio. Esto comprueba la idea que el problema puede ser resuelto por separación en espacio. Es una de las soluciones de conflicto generalizadas más dentro del TRIZ Clásico. Por lo tanto, es necesario reflexionar acerca de qué se puede hacer para inducir vibraciones únicamente en la parte interna del encofrado, o incluso únicamente en el concreto, para que no hayan vibraciones en lo absoluto en la parte externa del encofrado o en el encofrado en su totalidad. Esta solución generalmente es rechazada y olvidada por principiantes en TRIZ, lo que es, sin embargo, un gran error. Esta idea, junto con otras ideas emergentes, debería ser puesta en el banco de ideas, a usar para construir gradualmente características de la futura solución.



Este tipo de ayuda debería ser tomada en cuenta y analizada junto con otras ideas de solución y recursos disponibles.

Nótese también que mientras que describimos los efectos deseados e indeseados, usamos un término y entregamos una explicación breve de él. La cuestión es que de acuerdo a TRIZ Clásico, toda terminología usada en el proceso de resolución debería ser sustituida con términos simples, a veces incluso términos fuertemente simplificados, que sólo manifiestan la funcionalidad de importancia en el caso dado. Es por esto que reemplazamos el término “vibración” por el término “agitación” en lo que se refiere al efecto deseado. Por la misma razón, el término “ruido” es reemplazado por “vibraciones de aire”.

Un análisis conjunto del reemplazo de término y la zona operacional nos permite entregar una descripción preliminar de la solución, que será especificada y suplementada subsecuentemente con detalles. Describiremos este prototipo de solución aquí y ahora. Pero nos gustaría recordarles a nuestros lectores que todas las ideas y combinaciones de ideas obtenidas en el proceso de trabajo en un problema deberían ser registradas para su análisis subsecuente, usando reglas y herramientas OTSM-TRIZ.

Por lo tanto, llevemos a cabo reflexión (resumen) del análisis de desempeño del paso 2.1.

El problema puede ser resuelto con la provisión de agitación de concreto únicamente dentro del encofrado, para que la parte externa del encofrado no vibre y no induzca vibraciones de aire. Entonces, no habrá ruido en lo absoluto durante la agitación y compactación del concreto.

Esta descripción generalizada puede parecerse confusa, carente de solidez y poco realista. Sin embargo, registrémosla y continuemos nuestro análisis. Aquellos más experimentados en TRIZ pueden notar en la descripción la indicación de al menos dos direcciones de búsqueda de soluciones interesantes. Si la inercia psicológica paraliza la mente del lector, continuemos. Si ha llegado a ideas más o menos realizables, debería continuar el análisis basado en ARIZ hasta alcanzar la cuarta parte. Esto le ayudará a “pulir” las ideas obtenidas y mejorarlas significativamente. En algunos casos, podemos llegar a ideas absolutamente diferentes que nacerán de las soluciones conceptuales generales confusas o de las ideas obtenidas en el curso de análisis posterior.

La verdad es que un resumen (reflexión) debería llevarse a cabo después de cada paso y las ideas que emergen durante la reflexión deberían registrarse en el banco de ideas para análisis posterior. Nosotros, sin embargo, no efectuamos eso aquí para no sobrecargar el texto con comentarios y explicaciones superfluos. Estamos tratando de mostrar de forma general el proceso de análisis de una situación problemática y sintetizando una solución.

## **Paso 2.2. Analizando el tiempo operacional**

El propósito de este paso es enfocar nuestro trabajo mental, con el uso de ciertas reglas, solamente en el análisis de los tiempos de intervalo durante los cuales una contradicción ocurre, y verificar si la contradicción puede ser resuelta en el tiempo.

Con este fin, debemos, al igual que en el análisis espacial, analizar de forma separada los tiempos de intervalo durante los cuales los fenómenos deseados e indeseados comienzan y cesan de ocurrir. De hecho, el tiempo operacional se identifica como el intervalo dentro de la Herramienta y el Producto, identificados en el paso 1.2., que posee una interacción indeseada o insatisfactoria.

En nuestro caso específico, tanto los efectos deseados e indeseables ocurren en el momento de dar inicio al vibrador, y continúan hasta el momento de su desenergización.

Por lo tanto, los intervalos de tiempo durante los cuales ocurren el efecto deseado (agitación de la mezcla de concreto) y el efecto indeseado (vibraciones fuertes de aire) son idénticos.

Es improbable que logremos resolver la contradicción usando recursos de tiempo, si será posible en algunos casos cambiar la velocidad del proceso de agitación de concreto, eliminando de esta



manera la ocurrencia del sonido. Por ejemplo, si la velocidad de ocurrencia de la presión del encofrado sobre el concreto y la velocidad de eliminación de esta presión son suficientemente bajas, entonces las vibraciones del encofrado no generarán un ruido tan fuerte.

Cambiando las velocidades de los procesos es también uno de los métodos para resolver el problema en el tiempo.

Con el fin de entender apropiadamente las oportunidades de separación en el tiempo se sugiere familiarizarse con el Operador de Sistema.

## **Comentarios sobre el Operador de Sistema, propósitos de enseñanza ARIZ y TRIZ**

Aquellos lectores a los que les resulta familiar el Operador de Sistema de TRIZ Clásico pueden notar que, durante la ejecución de los pasos 2.1 y 2.2, analizamos una situación a lo largo de dos de tres ejes del Operador de Sistema: el eje del tiempo y los ejes de jerarquía.

El autor de TRIZ; G. S. Altshuller, consideró a ARIZ como un análisis detallado de una situación problemática, de acuerdo al Operador de Sistema presentado en la forma de un proceso lineal. Por su naturaleza, el Operador de Sistema describe pensamiento no lineal. Como ya hemos mencionado, la función principal de ARIZ es resolver un problema no estándar específico. Pero el Proceso Productivo Principal en el que participa ARIZ, se está desarrollando como un solucionador de las habilidades del pensamiento creativo, basado en el Operador de Sistema.

El término “Operador de Sistema” nació en el entorno de especialistas TRIZ como un sinónimo del nombre completo propuesto por G. S. Altshuller – “Diagrama Multi-Pantalla de Pensamiento Poderoso”. G. S. Altshuller consideró al proceso de entrenamiento de TRIZ como un proceso de desarrollo de habilidades de pensamiento poderosas, realizadas de acuerdo a su diagrama multi-pantalla. ARIZ es una de las herramientas más importantes de TRIZ Clásico usadas para formar dichas habilidades. Un estudiante adquiere un complejo de estas habilidades con la acumulación de experiencia en aplicar ARIZ a diversos problemas de entrenamiento y de la vida real.

Miremos hacia atrás, y evaluemos el trabajo realizado desde el punto de vista de la aplicación del Operador de Sistema.

Durante nuestro trabajo en la primera parte, observamos inicialmente el panorama general de la situación problemática. Era una encuesta general de algún fragmento de la situación problemática de acuerdo al Operador de Sistema. Consideramos la designación del sistema (induciendo vibraciones en el concreto para remover cavidades de aire e incrementar la densidad del aire) y sus componentes (subsistemas). Identificamos también el supersistema y el proceso productivo principal (producción de tuberías), presentado en la descripción inicial de problema.

También consideramos brevemente la situación problemática a lo largo del eje de tiempo (primero el concreto es vertido a un encofrado vacío; luego, se da partida a vibradores, y el concreto es compactado).

El eje de antisistemas fueron presentados con mayor detalle en la forma de versiones de resolución de problema, de las que ninguna es satisfactoria (CT-1 y CT-2). El sistema de contradicciones nos muestra la relación entre Sistema y Antisistema.

Decidimos también cómo debería verse el supersistema en el futuro desde nuestro punto de vista (la parte final del paso 1.1.). Luego, nos concentramos en sólo dos componentes de sistema: el producto y la herramienta. En el paso 1.3. centramos nuestra atención en la interrelación entre el sistema y los antisistemas. Pero esta vez representamos los conflictos de una manera gráfica.

En el paso 1.4., nos alejamos, ampliando así la zona del Operador de Sistema, y seleccionamos el conflicto que ocurre al nivel del sistema escogido y que provee una calidad de desempeño potencialmente mejor de una función suficientemente más alta (Proceso Productivo Principal).

En el paso 1.5., nos enfocamos nuevamente en el conflicto escogido, y lo intensificamos mentalmente.



El cuarto eje –el eje de transformaciones mentales- está ausente en el Operador de Sistema Clásico. G. S. Altshuller quiso introducir este eje al Operador de Sistema tan temprano como en los 70, antes de la publicación del libro “Creativity as an Exact Science”. Dijo que había rechazado el eje de cambios mentales, porque no había logrado encontrar una imagen simple y comprensible para un operador de sistema 4D. Debería tomarse nota que el esquema gráfico del operador de sistema estaba en 3D en el manuscrito, pero fue reemplazado por un esquema 2D por error durante publicación. El esquema 2D tenía sólo 9 pantallas, mientras que el dibujo original de G. S. Altshuller en el manuscrito incluía 18 pantallas. El eje de antisistemas se menciona en el texto del libro, pero está ausente en el dibujo. Durante el desarrollo de OTSM, apareció un Operador de Sistema avanzado conteniendo este eje –el eje de experimentos mentales-, así como algunos otros ejes, que eran considerados igualmente importantes por G.S. Altshuller.

En el paso 1.6., nos alejamos, ampliando así el campo de consideración mental de la situación, y describimos el modelo de la situación de problema.

En la segunda parte, nos estamos enfocando en diversos recursos disponibles en el sistema, sus subsistemas y supersistema (Zoom Out). Es justamente lo que haremos mientras ejecutemos el paso 2.3.

### **Paso 2.3. Analizando los recursos Sustancia-Campo**

El objetivo de este paso es enfocar nuestro trabajo mental en el análisis de sustancias y campos (objetos materiales) que están disponibles tanto dentro del marco del modelo de problema como dentro del marco de la situación problemática completa. Si un problema está relacionado a sistemas no técnicos, el análisis está sujeto a recursos del tipo del que está conformado el sistema: recursos financieros para sistemas de negocios, psicología para un individuo, psicología social para sistemas de educación y de gestión, etc.

Nos gustaría recordarle que el paso 2.3. sólo hace frente a un análisis preliminar de las sustancias materiales de la situación inicial. Su análisis más detallado y complejo será llevado a cabo en la tercera parte del Algoritmo.

#### **2.3.1. Recursos intrasistema**



**Los recursos Sustancia-Campo de la herramienta:** caja metálica del vibrador, motor eléctrico, energía eléctrica, volante excéntrico, ondas acústicas generadas por el vibrador y encofrado, cables.

**Los recursos Sustancia-Campo del producto:** cemento, agua, gravilla, ondas mecánicas que ocurren en el volumen de concreto.

Los recursos intrasistema se ubican dentro de la Zona Operacional, especificada en el paso 2.1, dentro del Tiempo Operacional, especificado en el paso 2.2

#### **2.3.2. Afuera del sistema**



Los recursos Sustancia-campo del entorno que son característicos del problema:

La peculiaridad de este proceso versus el proceso general que emplea este principio de mezcla de concreto consiste en que el encofrado se ubica en un descanso cilíndrico hecho en el suelo. Pero ubicar una placa aislante sobre este descanso es indeseable.

Los recursos Sustancia-Campo del entorno que son comunes para todos los problemas: gravedad, que permite compactación de concreto por medio de vibraciones.

#### **2.3.3. En el supersistema**



Los desechos (recursos económicos) de un sistema externo (si dicho sistema es accesible dentro

del marco de un problema). En la realidad, plantas diferentes producen diferentes tipos de desechos. En nuestro caso específico, no sabemos aún qué características debería poseer el desecho que necesitamos. Será posible obtener respuestas a estas preguntas con el resumen de los resultados de la tercera y cuarta parte de ARIZ (reflexión). La cuestión es que al final de la tercera parte, y más aún, después de la cuarta parte, la imagen de una futura solución generalmente se vuelve más evidente, y podemos nuevamente considerar la posibilidad de usar este tipo de recursos.

Recursos “baratos” son: elementos externos de cuyo precio se puede descuidar, como agua y aire.

### **Resumiendo la segunda parte:**

El análisis de los recursos Sustancia-Campo del sistema (herramienta-producto) hace pensar sobre el método de generación de ondas mecánicas en el volumen de concreto completo, sin la generación de ondas acústicas en el entorno. Dicha separación de tiempo sería sin duda útil en la resolución del problema.

El análisis de los recursos internos y externos del sistema no entregó ninguna respuesta clara. Señaló, no obstante, los recursos que pueden ser usados para resolver el problema después de haber definido claramente las características necesarias para desempeñar la función de utilidad. Con la acumulación de experiencia en la aplicación y liberación de pensamiento ARIZ, empiezan a surgir diversas ideas de uso de distintos tipos de recursos. Como se mencionó, estas ideas a veces parecen ridículas e irreales. No obstante, deberían ser preservadas en el banco de ideas para análisis subsecuente de acuerdo a OTSM-TRIZ, con el fin de sintetizarlas dentro de un solo sistema de ideas operable.

En el paso 1.7., obtuvimos una guía del Sistema de Estándares Inventivos, que señalaba que en adición a la mezcla de concreto, debería aparecer una segunda sustancia y campo en la zona operacional. Tenemos por ahora una idea muy ofusca de ellos. Sólo está claro que deben asegurar agitación del concreto dentro del encofrado en todo el volumen, con una amplitud sostenida necesaria, sin generar fuertes vibraciones de aire más allá del encofrado.

Los lectores más experimentados en TRIZ y ARIZ probablemente podrían añadir que todo esto debe causar cambios mínimos en el sistema, esto es, debe usar los recursos de sistema iniciales disponibles en la planta – vibradores.

Cuando desarrollamos un nuevo sistema y nuestro sistema sólo existe en nuestra mente al inicio, tenemos muchas más posibilidades para elegir recursos, que cuando hacer frente a un sistema ya existente. El segundo caso es generalmente típico para compañías de producción, en las que algún equipo ha sido usado, pero éste no satisface todos los requerimientos del proceso tecnológico. Los principiantes en TRIZ a menudo enfrentan dificultades al analizar sistemas ya existentes y sus componentes. Estas dificultades se deben a la inercia psicológica inherente a cualquiera. Queremos que encuentre una solución predeterminada a un problema no estándar, al igual que en el caso de problemas estándar. Si hay algún problema estándar correspondiente a alguna descripción de problema típico, entonces, para resolver este problema, necesitamos usar la solución estándar correspondiente.

Si, al contrario, estamos tratando con un problema no estándar, este enfoque es imposible y se requiere mucho esfuerzo para hacer frente a nuestra propia inercia psicológica, con el fin de destruir estereotipos de pensamiento que afectan nuestro proceso de pensamiento, y buscar soluciones creativas. Deberíamos estar preparados para descomponer los sistemas existentes en componentes independientes, considere estas componentes como recursos absolutamente independientes, y trate de entender cómo uno u otro componente nos pueden ayudar a resolver nuestro problema...

Es necesario mencionar un momento muy importante para solucionadores, especialmente para

gerentes.

La cuestión es que usando herramientas OTSM-TRIZ en nuestro trabajo, superamos, paso a paso, nuestra inercia psicológica. Como resultado, una solución creativa obtenida es tan diferente de una solución estándar conocida que es rechazado inmediatamente por personas que no hayan participado en el proceso de resolución y, por lo tanto, son incapaces de aceptar inmediatamente la solución obtenida; a menudo no incluso no están dispuestos a discutir una solución tan extraordinaria. Esta situación ocurre a menudo cuando una situación es presentada prematuramente a un gerente. Invasivos aún por la inercia psicológica, rechazan ideas inusuales, a diferencia de los solucionadores, que han sido capaces de superarla en el curso de trabajo en el problema.

En el 2000, trabajamos para una de las compañías europeas de renombre tratando, junto con los especialistas de aquella compañía, de resolver algunos problemas. La solución obtenida fue inusual: El problema podía ser resuelto con el reemplazo una pieza monolítica de metal con un cepillo de metal. Era algo sin precedentes en la industria. Cuando la solución fue presentada al gerente para su aprobación, éste sólo tiró las hojas de papel en las que el problema se encontraba descrito, sin siquiera concederle a los especialistas dos o tres días más para modelar la días de en un computador.

La compañía invitó a especialistas OTSM-TRIZ, porque el problema era complicado. Trabajamos todos juntos usando herramientas OTSM-TRIZ. Paso por paso, produjimos ideas nuevas, superando la inercia psicológica y generando nuevas y creativas ideas, tratando de integrarlas al sistema de soluciones y construir una solución que sería aceptable para la compañía. Mucho dinero y el tiempo de trabajo de los especialistas había sido gastado. Parecía ser que la asignación de dos o tres días de trabajo de un especialista para la simulación y puesta a prueba de la solución no era un problema y no valía la pena. Los desarrolladores acudieron al gerente para resolver una pregunta aparentemente simple de asignación del tiempo de una persona para el modelamiento de la solución obtenida, pero se enfrentaron a una decisión volitiva y emocional infundada de detener completamente el trabajo.

Todos nosotros estábamos sumamente decepcionados.

No es un ejemplo extraordinario. Hubo también situaciones en nuestra práctica en las que las soluciones rechazadas por gerentes eran encontradas e implementadas por competidores después de un tiempo.

Este es el precio pagado por la presentación prematura a gerentes de soluciones obtenidas creativas no estándar a problemas persistentes de categoría mundial.

Los gerentes a usualmente están muy ocupados y sobrecargados. Trabajo permanente bajo estrés, escasez de tiempo y la necesidad de coordinar procesos complicados a veces les impide tomar decisiones bien fundadas. Antes de presentar una idea nueva no estándar para su consideración, es necesario pensar dos veces cómo ayudarlos a superar la inercia psicológica dentro de varios minutos (los especialistas mismos usualmente pasan semanas o meses haciendo esto).

Desafortunadamente, los gerentes mismos están inconscientes de la ineffectividad e irracionalidad de alguna de sus decisiones. En este aspecto, sería interesante recordar los resultados de investigación entregados en el informe de IBM dedicado a las innovaciones en las compañías en el mundo. El informe afirma que el 85% de los gerentes piensan que son capaces de tomar decisiones correctas. Al mismo tiempo, los resultados de otra investigación prueban que el 65% de las decisiones tomadas por gerentes son canceladas o se someten a correcciones significativas por su ineficiencia...

El estudio de Altshuller de numerosas situaciones relacionadas a la introducción de nuevas ideas demostró que mientras más alto es el grado de novedad de la idea, más fuerte será la resistencia que esta idea experimentará camino a su implementación...

El párrafo, que describe la relación entre gerentes y solucionadores de problemas, pareciera no



estar relacionado de modo alguno al problema bajo consideración y TRIZ. Pero la cuestión es que las herramientas creadas dentro del marco de TRIZ Clásico y desarrollo OTSM a menudo permiten encontrar soluciones técnicas no estándar, conteniendo un alto potencial de innovación. Empresas a menudo rechazan dichas soluciones por la razón de que nadie lo hace de ese modo, por ello, pierden prioridad de patente, lo que a su vez, lleva a una pérdida de utilidad. Más tarde, tras recapacitar, acuden a los expertos TRIZ, manifestando arrepentimiento y pidiendo ayuda para eludir la patente del competidor.

Desafortunadamente, ese tipo de situaciones no son poco frecuentes en nuestra práctica. Las ideas son a menudo rechazadas no sólo por gerentes, sino también por miembros del grupo de trabajo. La combinación de inercia psicológica, cuando las personas no quieren aceptar soluciones parciales, porque parecen vacías e innecesarias; con ciertas características de personalidad de una persona específica a veces detienen todo trabajo que no conlleva a soluciones estándar conocidas. Problemas no estándar complicados no pueden ser resueltos con la aplicación de soluciones estándar conocidas por parte de profesionales. Es por esto que son difíciles de resolver. Resolver dichos problemas requiere de sobreponerse a los límites del pensamiento tradicional. Violar los cánones parece inadmisibles para dichas personas y hacen su mejor esfuerzo en bloquear trabajo del grupo de trabajo que usa OTSM-TRIZ para resolver el problema, y tratan de llevar el trabajo de vuelta a soluciones familiares, que no funcionan en el caso dado. Esto causa un daño considerable a los intereses de la empresa.

Mirando hacia adelante, debemos decir que la solución al problema descrito también se encontró con una gran resistencia en un principio. Aun así, al solucionador se le dio una oportunidad de probar la viabilidad de la idea obtenida.

Lo contrario también es posible. Una solución obtenida es tan simple y fácil de implementar que los gerentes piensan que era bastante obvia y que no había necesidad de invitar expertos TRIZ. Al mismo tiempo, olvidan a menudo que los mejores intelectuales de la empresa han luchado con el problema por meses y años sin encontrar una versión de solución satisfactoria. No obstante, las herramientas OTSM-TRIZ ayudan a los especialistas a superar la inercia de pensamiento y escoger una dirección de resolución bastante inesperada, en la que una solución simple y aparentemente simple fue encontrada. Todo lo mencionado anteriormente, prueba que las herramientas de TRIZ Clásico y OTSM son útiles en superar efectivamente la inercia psicológica de pensamiento. Por lo tanto, uno debería entender que los primeros intentos de presentar una solución enfrentarán la inercia psicológica y causarán la incredulidad de los colegas o rechazo.

La inercia psicológica de tanto especialistas y gerentes a menudo causan un daño enorme a sus propios intereses, así como a los intereses de sus empresas.

Hemos tocado un problema muy serio relacionado a los proyectos de innovación. Resulta ser que tener herramientas efectivas para producir innovaciones no es suficiente para triunfar en la aplicación de innovaciones. Se requieren también serios cambios en la cultura corporativa y la estructura de una empresa.

En esta área, se requieren ideas de innovación de cómo superar la inercia psicológica de la gestión.

### **Parte 3.2.3. Parte 3: Determinando el resultado final ideal (RFI) y las contradicciones físicas que impiden obtener el RFI.**

La tercera parte de ARIZ difiere notablemente de las anteriores en estructura y ejecución de los pasos del algoritmo.

En esta parte, las acciones que llevan a la solución de un problema cambian su dirección. En las partes previas, nos ocupamos principalmente del análisis (parte 1 y 2), mientras que en la tercera parte de ARIZ paramos a la actividad que está primeramente orientada a la síntesis de

Soluciones Parciales y luego, la síntesis de Soluciones Conceptuales Satisfactorias (partes 3, 4 y 5). La tercera parte es una especie de culminación del análisis de problema y una transición a la síntesis de una Solución Conceptual Satisfactoria.

Nos gustaría recordarle que las herramientas TRIZ están diseñadas no para buscar una solución, sino para la creación planeada, paso a paso de una imagen de solución que será lo suficientemente detallada para asegurar transferencia a desarrollo de un prototipo o un modelo computacional para poner a prueba la solución conceptual.

La imagen de una futura solución se construye paso a paso y se vuelve incrementalmente clara. La imagen se crea a través de la acumulación de soluciones conceptuales que corresponden parcialmente a requerimientos técnicos. Llamamos a éstas soluciones “parciales”, porque sólo resuelven un problema parcialmente. Soluciones parciales sirven como materia prima para la creación de una Solución Conceptual Satisfactoria. Una solución satisfactoria se obtiene a base de soluciones parciales, con el uso de diversas herramientas de TRIZ Clásico y OTSM.

Aquellos elementos de soluciones parciales que les impiden ser soluciones completas pueden ser presentados en la forma de requerimientos que debe cumplir cualquier solución satisfactoria. Es una especie de especificación técnica adicional. Al aplicar de herramientas OTSM-TRIZ a esta especificación técnica, construimos soluciones parciales adicionales, que luego integramos a un solo sistema de soluciones – Solución Satisfactoria Conceptual.

Esta es la ventaja de usar la noción de “solución parcial”: revelar las razones por las que una solución parcial no puede ser considerada como una solución satisfactoria nos permite especificar requerimientos técnicos e identificar de mejor manera las restricciones a observar durante la creación de una Solución Conceptual Satisfactoria. La Solución Conceptual Satisfactoria hace posible crear un prototipo que, al ser puesto a prueba, nos llevará a una versión mejorada de solución.

Por ende, al proceder con la tercera parte de ARIZ, deberíamos centrarnos en la síntesis de la solución, pero, al mismo tiempo, llevar a cabo un análisis necesario. En esta situación, ARIZ puede ser comparado con el sistema sanguíneo vascular de un cuerpo humano. La primera y segunda parte de ARIZ corresponde a arterias que transportan información sobre un problema. La tercera parte del algoritmo es similar a la red capilar, donde la información recolectada se cambia y gradualmente se transforma en una solución. Soluciones parciales agrupadas con comentarios críticos forman un arroyo de ideas que nutra una imagen de solución satisfactoria emergente. Esta parte también enhebra todas las partes subsecuentes de ARIZ, al igual que la sangre fluyendo en las venas. Miremos ahora cómo el análisis de problema cambia gradualmente a una síntesis de solución en el curso de la implementación de ARIZ. Esta transición ocurre simultáneamente en varias ramas paralelas emergentes al final de la tercera parte de ARIZ.

### **Paso 3.1. Formulando el resultado final ideal (RFI)**

El objetivo del paso 3.1. es reformular un problema nuevamente, con el fin de empezar a sintetizar gradualmente una solución. Esta etapa esta avocada a determinar la descripción de problema para uso posterior y requerimientos a ser satisfechos durante la resolución de problema. Subsecuentemente, usaremos la descripción de problema obtenida en el paso 3.1., en vez del modelo de problema producido en el paso 1.6., porque en la segunda parte de ARIZ especificamos los detalles del lugar y tiempo de la ocurrencia del problema. En adición, hicimos una lista preliminar de recursos que pueden ser usados para resolver el problema. Todo esto llevará a la transformación del modelo de problema en 3.1.

Se dice a menudo que un problema bien definido es al menos la mitad de una solución. Es por esta razón que la idea de especificar un problema y los requerimientos impuestos en una solución son transversales a ARIZ.

## RFI-1:

Elemento X, sin complicar el sistema y sin causar ningún fenómeno perjudicial, elimina el efecto indeseable – “ruido fuerte” durante el <Tiempo Operacional> dentro de la <Zona Operacional>.

En otras palabras, el efecto indeseable no debe ocurrir en el entorno que envuelve a los vibradores (afuera del encofrado) cuando los vibradores estén funcionando e impacten fuertemente el encofrado para compactar la mezcla de concreto.

Al mismo tiempo, los vibradores deben preservar su fuerza y amplitud, requeridos para compactar la mezcla de concreto a través de toda la extensión del encofrado.

Ya en este punto, algunas ideas nuevas pueden florecer en la mente de los lectores, o algunas, viejas y olvidadas, podrían volver. Debido a la inercia psicológica, esas soluciones conocidas no fueron relacionadas previamente con el problema dado en nuestra conciencia.



Como visto, la ejecución de los pasos ARIZ resulta en la especificación planeada de las causas del problema y los requerimientos impuestos en una futura solución. Al mismo tiempo, algunas ideas solucionadoras nuevas comienzan a aparecer. Incluso si estas ideas parecen bastante realizables y listas para su implementación, vale la pena proceder con el análisis de problema hasta alcanzar la cuarta parte. Esta es una regla ARIZ obligatoria. La cuestión es que todos los pasos ARIZ están alineados de acuerdo a las leyes de evolución de sistema. Ejecutando estos pasos, seguimos esencialmente las leyes de la evolución de sistema. Y una solución obtenida puede ser desarrollada y mejorada con la ejecución de pasos subsecuentes del algoritmo.

Podemos anotar en el banco de ideas (un bloc de notas especial donde recolectamos las soluciones parciales) que una solución conceptual posible consiste en ubicar los vibradores dentro de la mezcla de concreto. Entonces, el nivel de ruido disminuirá considerablemente. No obstante, los usuarios del encofrado se oponen a esta solución.

Como ya hemos explicado, para ayudar crear una descripción de una situación problemática, las objeciones a soluciones propuestas y comentarios críticos deberían transformarse en requerimientos.

En nuestro caso, la idea de ubicar los vibradores dentro de la mezcla de concreto parece atractiva, porque el concreto mismo puede jugar el rol de aislante acústico y reducir el nivel de ruido alrededor de la instalación. Sin embargo, los requerimientos externos impuestos en el proceso productivo no permiten el emplazamiento de los vibradores dentro de la mezcla de concreto. Por ello, podemos formular un nuevo requerimiento para la solución: es necesario proveer vibración dentro de la masa de concreto sin introducir ningún mecanismo que no se pudiera remover después del endurecimiento del concreto. ¿Cómo se puede lograr esto? No es fácil decirlo, pero esta idea también debería registrarse en el banco de ideas, sin importar cuán ridículo que parezca.

El paso 3.1. es preparación para ejecutar el paso 3.2. Todos los pasos ARIZ restantes trabajan de la misma manera – ejecutando un paso prepara nuestro pensamiento para llevar a cabo las operaciones del siguiente paso.

### **Paso 3.2. Intensificando la formulación del RFI-1**

En el paso 3.2., el análisis comienza a transformarse en los primeros pasos de la síntesis de la solución. El asunto es que el RFI formulado en el paso 3.1. debería ser sustituido por uno de los recursos descritos en el paso 2.3. Ahora uno de los mecanismos para superar la inercia psicológica entra en vigencia. Para dominar este mecanismo, uno debería tener cierta experiencia y estar familiarizado con las herramientas TRIZ. La idea clave de la tercera parte es estudiar las causas que impiden obtener soluciones, satisfaciendo los requerimientos descritos en 3.1., con el uso de los recursos disponibles. El mecanismo de análisis propuesto por Altshuller estimula procesos creativos subconscientes que a veces resultan en soluciones chistosas, y a veces en soluciones parciales serias e incluso satisfactorias. La aparición de soluciones chistosas es una

buena señal. Demuestra que gradualmente estamos empezando a destruir la inercia psicológica, y estamos empezando a pensar más abiertamente, como dicen en los Estados Unidos, “pensar fuera de la caja”, que retuvo a la imaginación y el pensamiento, y que fue creada por nuestra educación profesional, que a la vez desarrolló en nosotros inercia de pensamiento dentro de los límites de soluciones estándar a problemas estándar.

Las soluciones estándar constituyen riqueza y habilidades profesionales en toda línea de profesión. Ayudan a los profesionales a resolver problemas rápidamente y efectivamente, hasta que enfrentan un problema no estándar, que no puede ser resuelto por medio de soluciones profesionales estándar. En muchos casos, el uso sistemático de herramientas OTSM-TRIZ resulta en que un problema inicial que originalmente parecía no estándar adquiere la forma de un problema estándar, no sólo desde el punto de vista OTSM-TRIZ, sino también desde el punto de vista de especialistas de campo. Esto por lo general sucede al final de la primera parte de ARIZ. Pero incluso en dichos casos, es útil proceder hasta el final del cuarto paso de ARIZ. La experiencia de especialistas TRIZ prueba que soluciones obtenidas en la primera parte pueden ser considerablemente mejoradas, y un rango completo de soluciones satisfactorias puede ser obtenido y usado para crear un rango de productos.

Las ideas recolectadas en el banco de ideas durante la ejecución de los pasos ARIZ o aplicación de las herramientas OTSM-TRIZ pueden dividirse en tres grupos. El primer grupo incluye ideas que pueden ser implementadas lo suficientemente rápido.

El segundo grupo consiste de ideas que requieren de algo de tiempo para investigación y desarrollo adicional, compra de equipo, etc. El tercer grupo está compuesto de ideas que se dejan para el futuro, las ideas sobre la dirección de desarrollo de sistema y sobre productos nuevos, servicios y tecnologías que pueden ser creadas con el tiempo.

Desafortunadamente, OTSM-TRIZ es a menudo considerado como una herramienta para remover situaciones de emergencia, cuando una solución necesita obtenerse e implementarse aquí y ahora. Esto es por lo general la competencia de la baja dirección, en el punto donde surge una situación de emergencia. Tienen que eliminar el problema a todo costo. Los bancos de ideas no son su competencia. Es la competencia de gerentes de niveles más altos, a veces incluso del nivel más alto, como cabezas de organizaciones o empresas. Gerentes de este nivel están generalmente inconscientes de la existencia de OTSM-TRIZ, y de las oportunidades que ofrece a la dirección superior. Los segundos y terceros grupos de soluciones no son más que un condimento de lo que podría ser usado por la alta gerencia en su dificultoso trabajo. OTSM-TRIZ también puede ofrecer asistencia a cabezas de subdivisiones involucradas en el desarrollo de la estrategia y evolución de una empresa y negocio. En este caso, sin embargo, ARIZ se incluye como un elemento de herramientas OTSM más complicadas.

Por razones de brevedad, aquí sólo trataremos con tres vías paralelas de usar tres recursos: El vibrador, el encofrado, y mezcla de concreto.

Los principiantes TRIZ usualmente están desconcertados con frases elaboradas según las reglas TRIZ. De hecho, desde el punto de vista de la lingüística, estas frases no son del todo correctas. La ventaja de estas frases consiste en que OTSM-TRIZ puede jugar el rol de lenguaje interdisciplinario al trabajo en problemas complicados y/o interdisciplinarios. Este lenguaje está diseñado para trabajar en problemas que por lo general se vuelven más y más complicados, debido al uso de lenguaje ordinario, porque este último causa inercia psicológica. En adición, el lenguaje ordinario está bien adaptado para su uso como medio de comunicación, pero no nos permite siempre resolver problemas efectivamente. A veces, un buen lenguaje literario incluso obstaculiza la resolución de problema. Al mismo tiempo, un buen lenguaje figurativo a menudo comprende una mano auxiliar para OTSM-TRIZ al hacer frente a un problema. Las herramientas de OTSM-TRIZ crean propiedades de imagen – soluciones parciales. El lenguaje figurativo permite la síntesis de estas propiedades en una única imagen. Es por esto



que Tatyana Sidorchuk ha desarrollado una tecnología pedagógica especial para enseñar a niños a encontrar metáforas y componer enunciados metafóricos figurativos. Este método es usado actualmente por adultos en la publicidad para crear textos y videoclips figurativos. El lenguaje estándar, frases y expresiones cotidianas son a menudo portadores de inercia psicológica. Esta inercia puede volverse un obstáculo insuperable para encontrar una solución de problema. Esto significa que uno debería valientemente construir frases de acuerdo a las reglas OTSM-TRIZ, incluso si éstas no siempre son bellas y a menudo originalmente no tienen un valor literario...

## **RFI-1 intensificado, usando el recurso de “Vibrador”**

El vibrador en sí, sin complicar el sistema y sin crear fenómenos indeseables, elimina el efecto indeseable. “ruido fuerte” en el espacio en la vecindad del sistema de vibradores (es decir, afuera del encofrado) cuando los vibradores impactan el encofrado fuertemente para la compactación del concreto.



Al mismo tiempo, los vibradores proveen la fuerza vibratoria y amplitud requerida para compactar la mezcla de concreto en el todo el volumen confinado por el encofrado.

Después de anotar la formulación del paso 3.2. para el recurso “Vibrador”, es necesario identificar los Parámetros de Control de este recurso que determina el “Nivel de Ruido” y los Parámetros de Evaluación de “Densidad de Concreto.”

En nuestro caso, ambos parámetros dependen del Parámetro de Control.

Fuerza de impacto del vibrador

- Amplitud de vibración del encofrado generada por el Vibrador.
- ¿Puede decir qué otro parámetro influencia ambos Parámetros de Evaluación simultáneamente?

Querido lector, trate de ejecutar los pasos ARIZ subsecuentes con los parámetros que Usted mismo propuso.

## **RFI-1 intensificado, usando el recurso de “Mezcla de Concreto”**

La Mezcla de Concreto en sí, sin complicar el sistema y sin crear efectos perjudiciales, elimina el efecto indeseable: “ruido fuerte” en el espacio en la vecindad del sistema de vibradores (es decir, afuera del encofrado) cuando los vibradores operan e impactan el encofrado fuertemente para compactar el concreto.



Después de anotar la formulación del paso 3.2. para el recurso de la “Mezcla de Concreto”, es necesario identificar los Parámetros de Control de este recurso que determinan el “Nivel de Ruido” y los Parámetros de Evaluación de “Densidad de Concreto”. Haga una lista de esos parámetros.

El siguiente paso es escribir una lista de los parámetros del Recurso “Mezcla de Concreto” que influyen el Parámetro de Evaluación “Nivel de Ruido” de nuestro sistema.

Compare las dos listas y haga una lista separada de parámetros que influyen ambos Parámetros de Evaluación simultáneamente.

El siguiente algoritmo puede ser de utilidad al llevar a cabo el paso 3.2.

- Reemplace el “Elemento X” con el “[Recurso] en sí”. La palabra [Recurso] debería ser reemplazada con el nombre de un recurso correspondiente.
- Identifique en la formulación intensificada del RFI los nombres de dos Parámetros de Evaluación, de lo que los valores deberían ser provistos en un nivel necesario.
- Usando su conocimiento y/o conocimiento de expertos, identifique una lista de Parámetros de Control para el primer Parámetro de Evaluación. Cambiar los valores del Parámetro de Control puede cambiar los valores del Parámetro de Evaluación.
- De la misma manera, cree una lista de Parámetros de Control que le permitan cambiar los valores del segundo Parámetro de Evaluación.

- Compare ambas listas de Parámetros de Control, e identifique a aquellos que le permitan cambiar ambos Parámetros de Evaluación. Serán usados más adelante para ejecutar pasos 3.3 y 3.4 de ARIZ.
- La ausencia de miembros en común en la lista de parámetros es una de las señales de que el problema puede ser resuelto cambiando los parámetros correspondientes del Parámetro de Evaluación que necesita ser mejorado para proveer el mejor rendimiento posible del Proceso Productivo Principal (el Objetivo Principal, para el cual es problema dado está siendo resuelto).

Hay que destacar que el Proceso Productivo Principal (el Objetivo Último de resolver el problema dado) es la función de uno de los super-sistemas ubicado en el Operador de Sistema, 3-4 niveles por sobre el nivel de sistema donde el problema dado está siendo resuelto.

Al describir una situación problemática inicial y seleccionar un Producto y una Herramienta en el paso 1.2., uno no debe confundir el Proceso Productivo Principal (PPP) y Función Principal de un sistema indicada en el paso 1.1.

Similarmente a otras recomendaciones adicionales referente a la ejecución de pasos ARIZ, este algoritmo fue propuesto en curso de investigación en la transformación de TRIZ Clásico y sus herramientas a OTSM y sus herramientas.

OTSM ha desarrollado procedimientos detallados similares para cada paso ARIZ. Su descripción detallada está más allá del ámbito de aplicación de este documento. Dominar estos procedimientos constituye el proceso productivo principal de la asimilación de ARIZ. Este análisis es parte de un sistema de entrenamiento en profundos secretos ARIZ profesionales, así como las vibraciones de concreto son parte de la producción de tuberías de concreto de gran diámetro, que luego son usadas para construir redes de tuberías. Desplegar una red de tuberías es el Proceso Productivo Principal (PPP), motivo por el que los vibradores compactan el concreto.

Haciendo, en conjunto con los especialistas, una lista de parámetros que pueden ser usadas para cambiar la densidad del concreto, podemos encontrar aquellos que pueden incrementar la densidad del concreto sin producir ruido. Esto nos lleva a la idea de crear el concreto autocompactante actualmente conocido. Pero el problema surgió muchos años atrás, cuando este tipo de concreto no existía. Crear dicho concreto requería de actividades de investigación y desarrollo. El problema fue que la planta de producción, en la que ocurrió este problema, no tenía departamento de I&D. En adición, la situación era urgente y una solución que implicara cambios mínimos del proceso productivo debía ser encontrada lo antes posible.

Como se ve, ARIZ nos lleva a ideas interesantes. A veces, algunas de estas ideas parecen irrealizables bajo las condiciones existentes en el momento de su ocurrencia. Teoría TRIZ y OTSM conoce muchos ejemplos, en los que ideas de este tipo fueron rechazadas en el momento de ocurrencia, pero implementadas más tarde.

Cabe notar que la aplicación ARIZ a menudo resulta en un número de ideas que pueden y deben ser clasificadas en tres grupos.

El primer grupo incluye ideas que son aceptadas inmediatamente para su implementación.

El segundo grupo consiste en ideas que requieren una investigación o adquisición menor. O es simplemente necesario esperar un momento propicio en la vida de la empresa, por ejemplo, cambio de equipo de producción o manufactura de nuevos moldes para la producción de artículos plásticos. El tercer grupo se forma con ideas que requieren tiempo e inversión considerable. Algunas de estas ideas pueden parecer fantásticas, o incluso irreales. No obstante, incluso esas ideas deberían ser puestas en un banco especial de ideas. Después de un tiempo, estas ideas serán analizadas usando métodos de TRIZ Clásico y OTSM diseñados para transformar lo irreal en lo que puede ser implementado bajo ciertas condiciones.

Ideas fantásticas e irreales deberían ser acumuladas y discutidas, por el sólo hecho de que

quiebran y vencen la inercia psicológica y ayudan a crear una imagen del Resultado Más Deseable (RMD) que estamos tratando de alcanzar. Cómo ocurre esto, qué herramientas son usadas está más allá del ámbito de este análisis y el tema de cursos de TRIZ Clásico y OTSM más intensivos.

## **RFI-1 intensificado, usando el recurso de “Encofrado”**

El Encofrado en sí, sin complicar el sistema y sin crear efectos perjudiciales, elimina el efecto indeseado: “ruido fuerte” en el espacio en la vecindad del sistema de vibradores (es decir, afuera del encofrado) cuando los vibradores operan e impactan el encofrado fuertemente para compactar el concreto.



A primera vista, dicha formulación no parece ofrecer nada más allá de lo que ya sabemos. Esto, sin embargo, es una impresión superficial, porque ARIZ es una herramienta para pensar, y no para evitar pensar.

Entreguemos esta formulación, producida en una manera formal, una consideración paso a paso. Una de las características notables es que uno puede ejecutar formalmente todos los pasos sin hacer un solo paso hacia una solución. Por lo tanto, tras ejecutar cada paso, es necesario observarlo desde afuera y pensar que se puede añadir a la imagen de solución, qué nuevo entendimiento de la situación puede ser derivado del diagrama o formulación obtenida por la ejecución del paso.

Hagamos este trabajo juntos:

### **La pregunta que se hace el solucionador a sí mismo a expertos:**

¿Cuándo no producirá ruido el encofrado?

**La respuesta del Solucionador a sí mismo** (basado en su conocimiento o el conocimiento que adquiere de expertos que son capaces de responder la pregunta):

El encofrado no producirá ruido si no está sujeto a deformación y si no opera como membrana, produciendo vibraciones de aire en el espacio alrededor del encofrado.

### **La pregunta que se hace el Solucionador a sí mismo a expertos:**

¿Cuándo no impedirá el encofrado que los vibradores transmitan la energía requerida para producir vibraciones del concreto de una amplitud y fuerza necesaria al concreto?

### **La respuesta:**

El Encofrado no impedirá la transmisión de energía desde los vibradores al concreto si no está ausente en el canal de flujo de energía.

### **Considerando las respuestas a las preguntas:**

En el sistema inicial, el encofrado cumple el rol de transmisión al transmitir energía desde los vibradores al concreto. Es por esto que se mueve hacia adelante y hacia atrás debido a la acción de los impactos de los vibradores, y se generan esfuerzos elásticos por estos impactos. Estos movimientos (vibración) del encofrado causa vibración tanto del concreto en el encofrado y aire alrededor del encofrado.

No necesitamos vibraciones de aire alrededor del encofrado, pero necesitamos vibraciones de concreto dentro del encofrado.

El encofrado no vibrará si los vibradores no lo impactan. Pero los vibradores deben impactarlo, para impartirle la energía al concreto.

### **Conclusión:**

Si el encofrado no está sujeto a impactos de vibrador, no habrá ruido, pero será necesario proveer transmisión de energía a través del encofrado – desde los vibradores al concreto.

En otras palabras, la energía debería ser transmitida a través del encofrado sin producir vibración en él.

Es muy importante notar que el pensamiento reformulado muchas veces usando palabras diferentes es uno de los mecanismos para estimular procesos creativos subconscientes por medio de la conciencia propia del solucionador. Adicionalmente, reescritura (verbalización diferente) y uso de la imaginación o dibujos (visualización) para presentar una situación problemática inicial y una situación a formar con la resolución de un problema son mecanismos para superar la inercia psicológica y quebrar los estereotipos de pensamiento, que comprenden un obstáculo para la resolución de problema.

Para combatir la inercia psicológica, es necesario reemplazar términos profesionales con términos simples y funcionales. Esto debería hacerse, empezando con los primeros pasos ARIZ durante el análisis completo. Nuestros estereotipos insisten en usar términos profesionales. En el trabajo con problema no estándar, no obstante, está terminología se vuelve uno de los obstáculos más grande para encontrar una solución. Términos profesionales producen imágenes rancias, siendo que la resolución de problema requiere el uso de imágenes flexibles, dinámicas y funcionales.

### **Continuación de la Conclusión (Solución Parcial)**

Por lo tanto los vibradores y el encofrado deben cambiar de tal manera que sean capaces, por un lado, de desempeñar todas sus funciones, y por el otro lado, de remover fenómenos negativos sin causar nuevos efectos indeseados. Tanto en encofrado como los vibradores deben cambiar sin cambiar, es decir, deben cambiar para ser capaces de no producir efectos indeseables, y no cambiar para ser capaces de desempeñar sus funciones.

Los Parámetros del “Encofrado” (Características, Propiedades) que afectan tanto el ruido alrededor del encofrado como la calidad del concreto.

- Flexibilidad del encofrado
- Susceptibilidad de energía Mecánica
- Rigidez, dureza, la habilidad de servir como amortiguador.

Los pasos y reglas ARIZ dirigen efectivamente nuestro pensamiento; por ello, enseñar TRIZ se reduce a enseñarle a estudiantes a entender (sentir, según algunos profesionales) cómo, dónde y cuándo ARIZ dirige nuestro pensamiento creativo subconsciente. Como resultado, el uso regular de ARIZ causa desarrollo de pensamiento paralelo a lo largo de los ejes (subespacios de parámetros) del Operador de Sistema: Jerarquía de niveles de sistema (subespacios de los parámetros de nivel de sistema); características dependientes del tiempo de diferentes niveles de sistemas – el eje del Tiempo (subespacio de parámetros); el eje del Antisistema (subespacio de sistemas que desafían a nuestro sistema, obstaculizan su operación y estimulan su desarrollo).

Cabe notar que el Operador de Sistema es un contenido mucho más profundo del modelo, que con un conocimiento incompleto, es un “Esquema de Nueve Pantallas”. De acuerdo al concepto de G. S., ARIZ no es tanto una herramienta de resolución de problema como una herramienta de Pensamiento de Sistema basado en el Operador de Sistema de TRIZ Clásico. Desarrollando en nosotros la habilidad de usar herramientas de pensamiento, también desarrollamos en nosotros habilidades de resolución de problemas complejos. Es muy importante para dominar ARIZ. Uno puede recordar de memoria todas las reglas ARIZ, comentarios así como ejemplos de ARIZ, pero ser incapaz de usar ARIZ en la práctica.

Pensamiento basado en ARIZ o en el Operador de Sistema de TRIZ Clásico sólo puede ser desarrollado a través de entrenamiento de resolución práctica y problemas de vida real. Entender meramente la lógica de operación ARIZ no es suficiente. ARIZ es una herramienta que ayuda a solucionador activar, alimentar y dirigir sus propios procesos creativos subconscientes. ARIZ también ofrece reglas para trabajar con conocimiento de diversas áreas y para integrar este conocimiento con el método. Esto permite la resolución de un problema específico en un contexto específico, pero a base de un procedimiento universal común.



Adultos sólo logran entendimiento en profundo y asimilación de ARIZ a través de ocupación práctico con problemas, siendo el rol del profesor con similar al de un instructor de pilotaje. Primeramente, un futuro piloto estudia reglas de aviación por separado en simuladores de entrenamiento. Luego, se sube a un avión y pone sus manos sobre la palanca de control. No pilota el avión, pero siente todas las acciones del instructor través de la palanca de control. Luego, el instructor le permite al principiante pilotear el avión, pero se encuentra preparado para controlar el avión si resultase necesario. A mediad que las habilidades de control se forman en el piloto principiante, se vuelve incrementalmente escasa la interferencia del instructor en el proceso de control de vuelo. Finalmente, se le permite al piloto principiante pilotear un avión sin la supervisión del instructor. Desarrollo posterior de habilidades ocurre independientemente a través práctica permanente en el aire y en tierra. Lo mismo ocurre con la enseñanza de ARIZ.

Un especialista de TRIZ profesional conduce un principiante a través de ARIZ, paso por paso. A medida que empiezan a formarse buenas habilidades de aplicación en el principiante, este último desarrolla más y más pasos ARIZ por cuenta propia. El proceso de dominio de ARIZ tiene varias etapas: adquisición con reglas y etapas ARIZ; aplicación a problemas de entrenamiento y formación gradual de habilidades de ejecución de pasos separados al nivel de una asimilación completa de ARIZ. La segunda etapa tiene dos subetapas: en la primera, el estudiante comienza usando reglas y pasos ARIZ a un nivel subconsciente sin enterarse de ello. La segunda subetapa es la transición a ejecutar conscientemente los pasos ARIZ a un nivel subconsciente. Como resultado, el estudiante aprende a usar deliberadamente el estilo de pensamiento ARIZ en su vida diaria profesional y privada. Ocurre de la misma manera que con un idioma extranjero como un segundo idioma hablado, cuando lo utilizamos fuera de nuestro país nativo.

Hemos mostrado cómo un problema inicial se segmenta en subproblemas en el paso 2.3., ilustrando cada subproblema una posibilidad de resolver el problema inicial con el uso de uno u otro recurso.

Puede decirse que el entrenamiento en ARIZ se reduce al desarrollo de la habilidad de ver, entender y aceptar modificaciones graduales de una situación problemática, así como formulaciones de problemas aparentemente irrealistas y soluciones parciales. Ocasionalmente, estas formulaciones le parecen estúpidas, inviables, inaccesibles e imposibles a los principiantes. Acumulando experiencia de aplicación de ARIZ y TRIZ como un todo, comienzan a entender que resolver un problema no estándar requiere de sobrepasar las fronteras de las nociones de qué es posible y qué es imposible.

Estos problemas y soluciones parciales nuevas deben ser considerados exhaustivamente para superar la inercia psicológica.

Para hacer frente a estos problemas nuevos, o inaplicables, sería de utilidad usar el Axioma OTSM de lo Imposible, y herramientas correspondientes para la aplicación de este Axioma teórico.

Estas herramientas ayudan a superar nuestros prejuicios con respecto a lo posible y lo imposible en la vida real. Estas herramientas nos permiten volver lo “imposible” en “posible”. Una descripción más detallada de esta herramienta se escapa del ámbito de nuestra breve introducción a ARIZ.

Se debe enfatizar en el hecho que un problema no estándar aparece porque una solución estándar real puesta a prueba no se ajustó al contexto de una situación específica. Para encontrar una solución. Para encontrar una solución, necesitamos salirnos de las fronteras de los estereotipos de lo posible y lo imposible. Por esta razón, no debemos rechazar ideas inusuales sólo porque inicialmente parecen imposibles. Durante la ejecución de uno de los proyectos, cada reunión de los especialistas de la empresa con los especialistas de TRIZ empezó y terminó de la misma manera. Primero, los especialistas TRIZ le presentaron a la audiencia el resultado del análisis de la situación problemática y algunas ideas obtenidas, producto del análisis. Y cada vez, las

primeras palabras de los especialistas de la empresa apuntaban a que las ideas no eran de valor, irrealizables, y a nadie le agradaron jamás.

Cada vez, después de un análisis de media hora de las razones por las que las soluciones parciales no podían ser implementadas, quedó claro que algo podría hacerse en dicha dirección y que la solución podía ser puesta en práctica de alguna manera. El proyecto no fue único desde este punto de vista. Esta situación no es infrecuente. Realmente único fue que los especialistas de la empresa respondieran a todas las preguntas prácticamente de inmediato, llevaran a cabo los experimentos mentales necesarios, y tuvieran ganas de discutir soluciones aparentemente extrañas. La cuestión era que habían trabajado en el problema por más de seis años, y habían efectuado muchos experimentos, ganado experiencia rica en relación a la esencia del problema y sus componentes. Desafortunadamente, esta situación no es común.

La segunda razón por la que el proyecto puede ser considerado único es que una nueva solución inesperada fue obtenida y aceptada por los especialistas. Se dedicó mucho más tiempo en convencer a los gerentes de la empresa. Como resultado, los gerentes llegaron a la conclusión de que la solución era muy interesante y útil, y debía ser patentada. Al patentar la idea, se hizo evidente que durante los días en los que se discutió la aceptación de la idea, una empresa que representaba la competencia archivó una patente para una aplicación similar. Una conclusión importante es que un trabajo de innovación exitoso de una empresa requiere una cultura corporativa de innovación. Poseer métodos de resolución de problemas efectivos no es suficiente. El uso efectivo de ideas innovadoras producidas en las empresas requiere de la creación de un sistema de trabajo con innovaciones especial. La actividad de innovación difiere fuertemente de la actividad diaria de la empresa. La experiencia de mis colegas –especialistas TRIZ- prueba que las empresas no están preparadas hoy en día para trabajar las condiciones de innovaciones permanentes dictadas por el mercado.

La transición desde hacer frente a problemas de innovación separados al control sistemático de flujo de dichos problemas puede probar ser una ventaja competitiva significativa de una compañía. Dicho trabajo requiere una cultura corporativa de innovación, que actualmente difiere fuertemente de los principios subyacentes a las culturas corporativas existentes. Empresas que sean pioneras en resolver este problema entre la cultura existente y la cultura corporativa de innovación ganarán ventajas significativas por sobre sus competidores.

La tercera peculiaridad de ese proyecto fue que la discusión sobre estas coincidencias accidentales con mis antiguos colegas, profesionales TRIZ, reveló la tendencia de ocurrencia más frecuente de dichas coincidencias. Lo que no pudo notar un especialista TRIZ se hizo evidente para un grupo de profesionales, poseyendo cada uno de ellos más de 25 años de experiencia de trabajo en TRIZ. La impresión es que la empresa está comenzando a usar elementos TRIZ en su trabajo cada vez más seguido, lo que les permite encontrar soluciones efectivas a problemas. Las soluciones patentadas por estas empresas son incrementalmente más difíciles de esquivar, incluso usando herramientas TRIZ. Este resultado es una ventaja competitiva más. Junto con otras cosas, el uso sistemática de elemento TRIZ en conjunto con la cultura corporativa de innovación le permitirá a dichas empresas a organizar un flujo permanente de innovaciones de productos y servicios, así como de la empresa en sí y sus negocios. Bajo las modernas condiciones de la afilada competencia alrededor del mundo y un mercado rápidamente cambiante, el negocio no puede ser azaroso.

Ensayos y errores azarosos con costosos para empresas e inversores. El problema de la rapidez y éxito de de las innovaciones se está volviendo urgente. Esto no parece estar relacionado al tópico del material – breve introducción a ARIZ. Sin embargo, como ya mencionamos anteriormente, trabajar según las reglas ARIZ nos lleva a un número de soluciones fuertes, efectivas y avanzadas. Estas soluciones pueden dividirse en tres grupos: soluciones a implementar “hoy”, “mañana” y “en el futuro previsible”. Este es una especie de pronóstico de la evolución de un

producto de una empresa. Esto, no obstante, ocurre hoy al nivel de subdivisiones y gerentes que, debido a su posición, sólo están interesados en implementar soluciones “ahora mismo”, sin pensar en el futuro de la empresa y su negocio. Los resultados que son importantes para la planificación simplemente se desechan. Es la recolección, organización y análisis de este tipo de información que requiere una nueva cultura corporativa que pudiera embarcar todos los niveles de la empresa. Futuros líderes de exitosas empresas de innovación empezarán su trabajo hoy. Están reinventando la cultura corporativa existente y coordinando su transformación gradual pero efectiva en una cultura corporativa de innovación. ARIZ, TRIZ Clásico y OTSM pueden hacer una contribución significativa a resolver este difícil problema de gestión. Crear una empresa de innovación altamente eficiente equipada con una cultura corporativa es un desafío serio para la gestión del comienzo del siglo 21.

Es un tópico sumamente interesante donde el pensamiento tipo ARIZ puede ofrecer nuevas ideas y tendencias. Así que, volvamos a ARIZ.