

# El Método del Árbol de Causas Aplicado a la Investigación de Accidentes Laborales

## Causal Tree Method Applied to Occupational Accidents Investigation

Armando Cabrera Clemow\*

### RESUMEN

En toda actividad que se realice ya sea a nivel laboral o a nivel del hogar están siempre presentes Factores de Riesgos que pueden desencadenar un accidente o incidente. El objetivo de la investigación y análisis de los accidentes es determinar estos factores de riesgos para, con programas de control, eliminarlos y con esto disminuir al máximo la posibilidad de que estos se repitan.

El Método del Árbol de Causas, utilizado en la investigación de accidentes o incidentes, culmina con la determinación de las causas primarias que son las que, en definitiva, es preciso eliminar o controlar porque estas son, precisamente, las que originan el problema.

Este método, aplicado sobre un accidente o incidente, nos proporciona, gráficamente, la concatenación de las causas que terminó materializado en accidente o incidente laboral.

**Palabras clave:** Riesgos, Accidente, Incidente, Método.

### ABSTRACT

In every activity that takes place either in the work place or at home, there are always present risk factors that can trigger an accident or incident. The aim of the investigation and analysis of accidents is to identify these risk factors to control or eliminate them through programs and, thus, reducing the maximum likelihood of these accidents from recurring.

The Causal Tree Method, used in the investigation of accidents or incidents, ends up determining the primary causes that are to be eliminated or controlled since these are precisely the ones that cause the problem.

This method, applied to accidents or incidents, provides a graphical perspective on the concatenation of the causes that generated them.

**Key words:** Risk, Accident, Incident, Method.

\* Ingeniero Industrial Universidad del Norte, Especialista en Salud Ocupacional Universidad Libre Barranquilla, Candidato a Magíster en Desarrollo Sostenible y Medioambiente, Jefe del área de Ingeniería Aplicada y docente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre Barranquilla. [acabrera@unilibrebaq.edu.co](mailto:acabrera@unilibrebaq.edu.co)

## 1. INTRODUCCIÓN

La Investigación de Accidentes Laborales es una herramienta Preventiva-Reactiva que tiene por objeto la identificación de una serie de causas u omisiones en los sistemas administrativos o productivos que no han dado resultado para prevenir la aparición de un accidente o incidente y que, su utilización facilita el conocimiento de esos factores de riesgo para que por medio de su control se encuentren soluciones con el fin de que estos eventos de accidentalidad no vuelvan a repetirse. La utilización de registros y análisis estadísticos de estos casos nos muestran el cómo, dónde, cuándo y cuántos casos suceden pero no nos indica por qué suceden y esto es, precisamente, lo que nos indica la Investigación de los Accidentes.

Si se conocen las debilidades y fortalezas del enemigo y se prepara para enfrentarlas se tiene, entonces, mucha probabilidad de derrotarlo a si por el contrario se enfrenta a él sin conocerlo. Si tenemos en cuenta lo anterior concluimos que la prevención de accidentes laborales la podemos realizar con eficiencia, si conocemos las causas o los factores de riesgo que están originándolos y estos los obtenemos con una buena investigación de la accidentalidad laboral.

La Resolución 1401 de 2007 [1] del Ministerio de la Protección Social en Colombia, reglamenta la Investigación de Incidentes y Accidentes Laborales, la cual se aplica a los empleadores públicos, privados, trabajadores independientes, contratistas, organizaciones de economía solidaria, sector cooperativo, agremiaciones que afilian trabajadores al Sistema de Seguridad Social, a las ARL, al personal civil de la Policía Nacional y las fuerzas militares. En el artículo 6, de la misma Resolución mencionada se indica que, quien investiga, podrá utilizar la Metodología de Investigación que más se ajuste a sus necesidades y requerimientos de acuerdo a su actividad económica de modo que se le facilite cumplir con estas obligaciones.

En este escrito se resumen los pasos a seguir durante la Investigación de Accidentes Laborales aplicando el Método del Árbol de Causas.

## 2. EL ACCIDENTE LABORAL

Según la Legislación Laboral colombiana, ley 1562 de 2012 en su artículo 3, se define el accidente laboral como [2]:

*“Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte.”*

Por lo tanto, para que un accidente sea catalogado como accidente laboral es necesario que:

- ✓ El trabajador sufra una lesión corporal incluyendo aquí las perturbaciones funcionales, síquicas,

invalidez y también la muerte.

- ✓ El trabajador, cuando sucedió el evento, haya estado ejecutando una labor por cuenta ajena.
- ✓ El evento haya ocurrido trabajando y en la jornada laboral. Debe haber una relación de causalidad directa *trabajo-lesión*.

La Resolución 1401 de 2007, también, en su artículo 3. Define **Incidente de trabajo** así:

*“Suceso acaecido en el curso del trabajo o en relación con este, que tuvo el potencial de ser un accidente, en el que hubo personas involucradas sin que sufrieran lesiones o se presentaran daños a la propiedad y/o pérdida en los procesos.”*

Los incidentes de trabajo, bajo otras circunstancias azarosas, han podido materializarse como accidente graves.

### 3. INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES. MÉTODOS

Si se analizan en profundidad los accidentes y los incidentes ocurren por una serie de fenómenos que llamaremos factores de riesgo y que están constituidos por conductas, fenómenos, estados del ambiente de trabajo, condiciones físicas de los trabajadores, estilos de administración, etc. que coinciden, en un instante de tiempo, y contribuyen en la ocurrencia del accidente o incidente laboral.

#### **¿Qué accidentes laborales se deberían investigar?**

Según la misma Resolución 1401 de 2007, en el artículo 4, numeral 2, se menciona que los aportantes o patrones tienen la obligación de:

“Investigar todos los incidentes y accidentes laborales dentro de los quince (15) días siguientes a su ocurrencia del mismo.”

Además, la proporción en que ocurren los accidentes laborales es:

**Heinrich (1950)** investigó 330 accidentes laborales, lo cual le arrojó las siguientes proporciones: 1 grave, 29 leves y 300 incidentes.

**Frank E. Bird (1960)** investigó 1.753.498 accidentes en Estados Unidos, el anterior estudio le arrojó las siguientes proporciones: 1 lesión grave o mortal, 10 lesiones leves, 30 con daños solo materiales y 600 sin lesiones ni daños.

**Análisis de Tye y Pearson**, como resultado de su investigación concluyó que la proporción fue la

siguiente: 1 accidente fatal o con lesión grave, accidentes leves, 50 lesiones que requirieron primeros auxilios, 80 accidentes con daño a la propiedad y 400 incidentes sin daños ni lesiones.

Lo que se desea mostrar con el resultado de estas tres investigaciones es que siempre se da un mayor número de incidentes que de accidentes importantes y aunque frecuentemente las consecuencias de estos se deban, al azar, existe el potencial de que los incidentes pueden constituir sucesos con consecuencias más graves, por lo anterior, en la investigación de accidentes, se deben incluir también aquellos sucesos en que esté implicado daño a la propiedad, equipos, o productos o el medioambiente, pérdida de producción porque esto nos brindará mucha información acerca de la causalidad de determinado tipo de accidentes laborales.

El objetivo final de la investigación de accidentes laborales es preventivo y como se sabe que antes que se produzcan existen una serie de causas o indicadores que siempre se dan (incidentes) y que nos advierten que un accidente grave va a ocurrir, lo ideal es entonces, investigar las causas de todos estos accidentes e incidentes para obtener con ello la mayor cantidad posible de situaciones anómalas y, a partir de esa información, determinar con ella: ¿Qué ha ocurrido?, o ¿qué puede ocurrir?, ¿de qué forma ha ocurrido?, ¿de qué forma puede ocurrir? Y cuáles son las posibles consecuencias por la ocurrencia de ese evento.

La finalidad de la investigación, en último, es:

- a) Prevenir que se repitan este tipo de accidentes.
- b) Descubrir nuevos factores de riesgo donde se encuentren.
- c) Facilitar la implementación de medidas correctoras.
- d) Evitar la ocurrencia de accidentes e incidentes.

### **3.1. Métodos de investigación de accidentes**

Algunos de los métodos más utilizados para la investigación de accidentes son [3]:

#### **3.1.1. Método de análisis de la cadena causal**

Este método, basado en el Modelo de Causalidad de las Pérdidas, conocido también como “**Secuencia del Dominó**”, trata de traer a la memoria las causas que dieron lugar a una pérdida ya sea en las personas o en la propiedad.

Inicia su proceso desde la pérdida y regresa cronológicamente, a través de la cadena causal, pasando por cada una de las etapas mostradas en la figura anterior buscando los antecedentes y el porqué.

#### **3.1.2. Método SCRA: Síntoma-Causa-Remedio-Acción (Método de los cinco ¿por qué?)**

Este método, que se utiliza para el análisis de problemas triviales en Control de Calidad, también se

está utilizando en el análisis de accidentes e incidentes de consecuencias leves o moderadas en que el proceso tiene poca complejidad.

El análisis se realiza basándose en preguntarse, hasta cinco veces ¿Por qué? Comenzando por el accidente. En cada paso o nivel, la respuesta se convierte en consecuencia y su porque sería la causa o antecedente. La causa real del accidente, se manifiesta en el nivel de la quinta causa.

### **3.1.3. Método del Diagrama de Ishikawa (La espina de pescado)**

Este método, desarrollado por el doctor Kaoru Ishikawa en 1960, también utilizado mucho en el área de calidad, puede utilizarse para el análisis de accidentes e incidentes graves o con alto potencial de pérdidas.

Para obtener el Diagrama o Espina de pescado, todas las causas se clasifican en seis grupos que son los mismos que influyen en el desarrollo de una actividad en un puesto de trabajo. Los grupos son: Los métodos de trabajo, los operadores o las personas, los materiales, la supervisión, el ambiente y los equipos con que se trabaja.

Todas estas causas se sitúan sobre la espina de pescado, y, mediante el análisis se llega hasta la causa raíz del problema.

### **3.1.4. Método del Árbol de Causas**

Es una técnica para la investigación de accidentes basada en el análisis retrospectivo de las causas. A partir de un accidente ya sucedido, el árbol causal representa de forma gráfica, la secuencia de causas que han determinado que este se produzca.

Esta técnica data de la década de los años 70 cuando el ergónomo Robert Villate, director del Instituto para el Mejoramiento de las Condiciones de Trabajo (INPACT) de la Confederación Francesa Democrática del Trabajo (CFDT) publicó su libro sobre *El Método del Árbol de Causas* (MAC). Este método introduce una lógica diferente a aquella que va en busca del “culpable” y, a cambio, detecta los factores que producen estos eventos con el fin de controlarlos o eliminarlos en la fuente.

El análisis de cada una de las causas identificadas en el árbol nos permitirá poner en marcha las medidas de prevención más adecuadas. Este método se explica y detalla a continuación.

## **4. EL MÉTODO DEL ÁRBOL DE CAUSAS APLICADO AL ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES LABORALES**

Para aplicar este método se considera que todo accidente o incidente laboral es producto de varias causas secuenciales y concatenadas y no solamente una. En ningún caso, se debe reducir la investi-

gación a determinar errores humanos o técnicos ya que con esto nos quedamos a mitad de camino en la investigación.

Al comenzar el análisis por este Método del Árbol, siempre nos toparemos, con una actividad del ser humano entre los primeros eslabones causales, pero recordemos, que, limitar el análisis a señalar el error humano como el causal definitivo del accidente, es algo muy superficial pues, ese error se presentó debido a que, anteriormente, otro ser humano, NO HA PODIDO, NO HA SABIDO O NO HA QUERIDO, prevenir los factores de riesgo existentes; ya que quienes conciben, programan, organizan, dirigen y supervisan el trabajo no son los trabajadores encargados de su ejecución.

El Método del Árbol de Causas es un procedimiento inductivo que partiendo del accidente se remonta hasta llegar a las fallas o factores de riesgo básicos que contribuyeron a provocarlo. Con este tipo de análisis se identifica el estado del sistema conociendo el síntoma. Este procedimiento es muy importante para la prevención porque un “hecho básico”, por lo general, aparece en muchos accidentes y, su corrección, evitará la presentación de todos aquellos accidentes semejantes que son originados por estos hechos.

#### **4.1. Tareas a realizar para aplicar el método**

##### **4.1.1. Acopiamiento de Información**

La información a recoger debe ser sobre hechos reales, concretos y objetivos. En ningún momento pueden ser interpretaciones ni juicios de valor.

##### **¿Cuándo iniciar la investigación?**

La investigación debe iniciarse inmediatamente después de ocurrido el incidente o accidente y en el lugar de los hechos. Dejar transcurrir tiempo para iniciar la investigación ocasionará la pérdida de evidencias de las condiciones de trabajo en el momento de los hechos.

##### **¿Quiénes deben investigar?**

Todas aquellas personas que tengan conocimiento de la actividad que se realizaba y su forma habitual de ejecución, por lo general son: El supervisor de área donde sucedió el accidente, el supervisor de la labor que se realizaba si esta es una actividad que no se efectuaba en esa sección productiva, el jefe del área donde sucedió el evento, el jefe de seguridad industrial, el Copaso, el encargado del desarrollo del Programa de Salud Ocupacional.

##### **¿Cómo obtener la información relevante?**

No busque culpables ya que lo que se desea son causas y no responsables.

Busque hechos concretos y objetivos. Evite interpretaciones y juicios de valor.

Las evidencias pueden ser restos de sustancias o productos, elementos de protección personal que quedan tirados en el lugar de los hechos, elementos del sistema en el área donde sucedieron los hechos, objetos por el suelo o mal colocados, mediciones, fotografías del área y de la forma como quedaron las máquinas, herramientas, productos, todo esto y otros son elementos de valor en la investigación.

La recogida de versiones, de testigos del evento, es material fundamental para el análisis ya que permiten reconstruir cómo sucedieron los hechos al momento del accidente. Se recomienda que estas versiones se tomen en forma individual y, al final, cotejarlas en conjunto para aclarar contradicciones. Se deben tomar versiones de compañeros presentes en el lugar de los hechos, del supervisor del área donde sucedió el accidente, del mismo accidentado si su estado de salud lo permite, del jefe del área y de toda aquella persona que presencié los hechos.

Para obtener información objetiva se recomienda evitar preguntas que:

- ✓ Induzcan a justificación.
- ✓ Obliguen a dar determinadas respuestas.
- ✓ Impliquen cumplimiento de normativa.

Se recomienda utilizar preguntas como:

- ✓ ¿Qué hizo...?
- ✓ ¿Quién lo hizo...?
- ✓ ¿Cómo lo hizo...?
- ✓ ¿Con qué lo hizo...?
- ✓ ¿Dónde lo hizo...?
- ✓ ¿Cuándo lo hizo...?

### **Análisis de las variaciones**

Aquí lo que se requiere es determinar aquellas variaciones de los hechos que no se realizaron en forma estándar y que terminaron contribuyendo con la presentación del evento no deseado. Son las variaciones del Sistema. Para lo anterior se puede utilizar un cuadro de observación como el que se muestra a continuación [4] y que incluye siete elementos fundamentales donde se han podido presentar variaciones de lo habitual.

Se debe recordar que sí habitualmente una persona realiza un trabajo y no se accidenta, comparando esta situación con la del momento del accidente, se obtendrán las variaciones implicadas en este. Se debe tener mucho cuidado de analizar aquellas variaciones que ponen de manifiesto algo que no ocurrió como de costumbre.

**Tabla 1. Cuadros de información**

|                    |                                                              |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|
| Lugar de Trabajo   | En el momento del accidente:<br>Normalmente:<br>Variaciones: |
| Momento            | En el momento del accidente:<br>Normalmente:<br>Variaciones: |
| Tarea              | En el momento del accidente:<br>Normalmente:<br>Variaciones: |
| Máquinas y equipos | En el momento del accidente:<br>Normalmente:<br>Variaciones: |
| Individuo          | En el momento del accidente:<br>Normalmente:<br>Variaciones: |
| Ambiente físico    | En el momento del accidente:<br>Normalmente:<br>Variaciones: |
| Organización       | En el momento del accidente:<br>Normalmente:<br>Variaciones: |

Fuente: Superintendencia de Riesgos del Trabajo, Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, República de Argentina

#### 4.1.2. Construcción del Árbol

##### Organización de la información recogida

Es determinante organizar toda la información recolectada durante este proceso ya que ello nos facilitará diseñar el Árbol de Causas. Se le llama así porque su representación semeja a un árbol donde su punto más alto son las lesiones que deja el accidente y sus ramas las causas o hechos que lo originaron.

##### Código gráfico para construir el Árbol

##### a) Hechos permanentes y ocasionales



Hecho Ocasional



Hecho Permanente



**b) Orden de construcción del árbol**

El diagrama debe dibujarse partiendo de la lesión y dibujando el árbol de derecha a izquierda pero también es aceptable, de arriba a abajo partiendo siempre de la lesión.

**c) Se debe ir dibujando el árbol remontándose hecho tras hecho y ayudándose siempre con la pregunta siguiente:**

*¿Qué falla, causa, acto, actividad fue necesario ocurriese o se realizó para que el hecho siguiente se produjese?*

**d) Relaciones entre hechos**

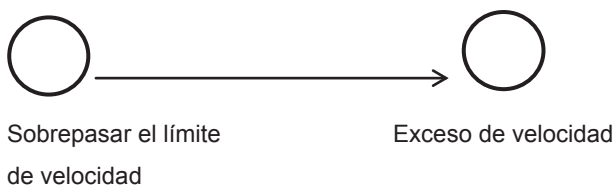
Las relaciones existentes entre hechos se dibujan de la siguiente manera:

**✓ Relación SECUENCIAL**

Para que el hecho (X) ocurriera, ha sido solo necesario que ocurriese el hecho (Y). Esta es una relación **SECUENCIAL** y gráficamente se representa como lo muestran las siguientes figuras.

(Y) —————→ (X)

Ejemplo:

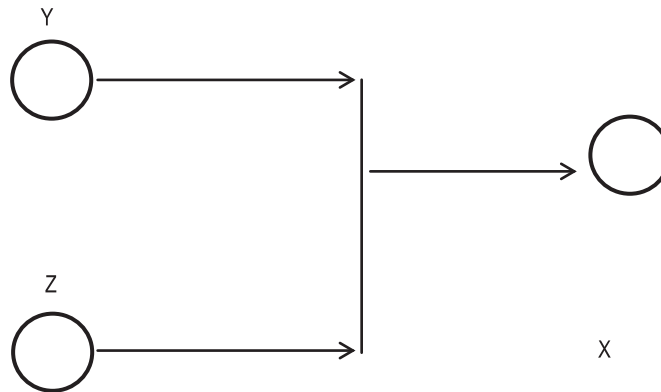


**Figura 1. Relación secuencial**

Fuente: Elaboración del autor

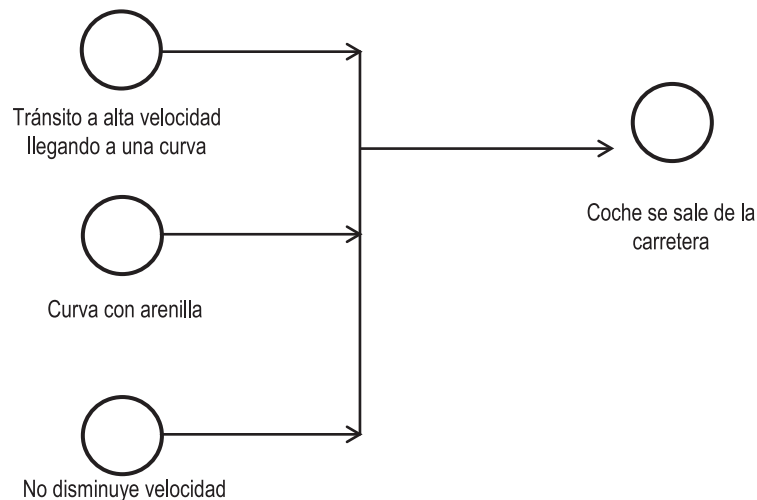
**✓ Relación de CONJUNCIÓN**

Para que el hecho (X) se produzca, es necesario que ocurran tanto el hecho (Y) como el hecho (Z). Lo anterior quiere decir que el hecho (X) tiene, **NECESARIAMENTE**, varios antecedentes o causas y **SOLAMENTE OCURRE SI SE PRESENTAN** todas ellas. Su relación es una **CONJUNCIÓN**, lo que se representa como lo indica la siguiente figura:



**Figura 2. Relación de conjunción**

Fuente: Elaboración del autor



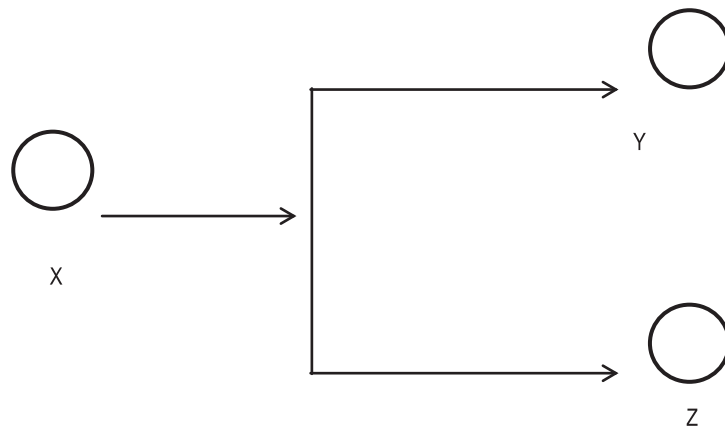
**Figura 3. Ejemplo de relación de conjunción**

Fuente: Elaboración del autor

Lo anterior también quiere decir que el hecho (X) no ocurre si solamente se presenta antes el hecho (Y). O no ocurre si solamente ocurre antes el hecho (Z). Es necesario que ocurran, a la vez, tanto el hecho (Y) como el hecho (Z).

#### ✓ Relación de DISYUNCIÓN

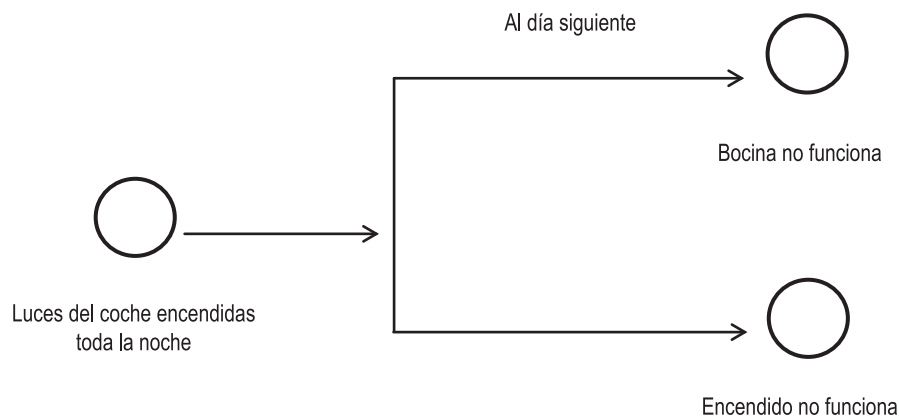
Esta relación entre hechos se presenta cuando varios hechos se originan por un solo hecho anterior y para ello se utiliza la siguiente representación.



**Figura 4. Relación de disyunción**

Fuente: Elaboración del autor

Los hechos Y y Z son originados por la ocurrencia del hecho X



**Figura 5. Ejemplo de relación de disyunción**

Fuente: Elaboración del autor

### ✓ Hechos INDEPENDIENTES

Esto sucede cuando se constata que un hecho (X) se presenta sin necesidad de que se presentara antes de él, otro hecho (Y). En este caso no existe ninguna relación entre los hechos (X) y (Y).

### Construcción del Árbol de Causas

Para iniciar la construcción del Árbol de Causas siempre hay que partir del último hecho, la lesión o consecuencias del accidente o incidente y se va, cronológicamente, hacia atrás. Para lo anterior, durante el movimiento hacia atrás hay que ayudarse realizando una serie de preguntas, las mismas en CADA UNO de los hechos que nos vayan apareciendo, iniciándolas siempre con la lesión. Estas son:

**¿Qué ha sido necesario para que se produzca...?**

Una vez encontrada la respuesta a la primera pregunta, esta será el primer hecho, pero esta respuesta no es suficiente (recordemos las relaciones entre hechos) y entonces es necesario volverse a preguntar:

**¿Ha sido necesario otro hecho para que se produzca este primer hecho...?**

Si se encuentra respuesta es necesario volver a preguntarse lo mismo hasta cuando no se encuentre ninguna respuesta adicional al primer hecho.

Con lo anterior se habrá finalizado el primer tramo del Árbol de Causas donde se han obtenido varios hechos que originaron las consecuencias del evento no deseado y sobre cada uno de ellos se debe proceder de igual forma hasta que:

- ✓ Se obtienen las causas primarias que no necesitan de un hecho anterior para ser explicadas o,
- ✓ Debido a la aparición de datos incorrectos e incompletos donde se desconocen sus antecedentes.

Entonces es cuando se finaliza la construcción del Árbol de Causas.

**Factores que influyen en la construcción del árbol**

- ✓ Las personas que lo utilizan tienden siempre a comenzar por el principio y no por el final como lo requiere este método ya que esto tiende a romper hábitos arraigados.
- ✓ Ocurre en ocasiones que, cuando aparecen hechos que son independientes y que han sucedido cronológicamente, se tiende a considerarlos secuenciales y no en conjunción.
- ✓ El método define un solo procedimiento pero, en ocasiones, árboles de un mismo evento construido por personas diferentes, presentan también diferente forma. Lo anterior se debe a que se cometen errores respecto a alguna regla de construcción o a que alguna persona desglosa los hechos más que otra persona lo que hace que el árbol en un caso sea más explicativo que otro que presenta mayor tamaño o con más ramas que el otro.

Se recomienda que para evitar estos problemas se debe conocer perfectamente el método y construir el árbol con intervención de todo el grupo investigador.

**5. CÓMO HACER PREVENCIÓN CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL ÁRBOL DE CAUSAS**

La información suministrada por el Árbol de Causas se puede utilizar de dos formas:

- a) Haciendo **control inmediato** sobre las causas inmediatas y directas que han provocado el accidente.
- b) Implementando **medidas preventivas** generalizadas al conjunto de todas las situaciones similares de trabajo de la empresa.



Identificando estos FPA, en otros puestos de trabajo, se podrían implementar controles proactivos con lo que nos antepondríamos a la ocurrencia de futuros accidentes.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación de este método no es un fin sino un medio que permite priorizar actuaciones para hacer prevención.

Se recomienda que las acciones a realizar para que no se repitan los hechos sean aplicadas sobre las causas básicas ya que de esta forma se evitan todos los accidentes donde se presentan estas causas de lo contrario, las medidas de prevención quedarán en actuaciones puntuales.

El Método del Árbol de Causas no es el mismo Método del Árbol de Fallos y Errores. El Método del Árbol de Causas analiza hechos reales y se basa en un análisis de seguridad, el Método de Árbol de Fallos y Errores analiza hechos potenciales y se apoya en el estudio de fiabilidad. El Método del Árbol de Causas es reactivo pues se aplica después de que ocurre un evento no deseado para realizar actividades que eviten se repita el hecho mientras que, el Método de Fallos y Errores es proactivo, se aplica antes de que ocurran eventos no deseados para controlarlos antes del hecho.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] COLOMBIA, Congreso de la República, *Resolución 1401*, Bogotá: El Ministerio, 2007.
- [2] COLOMBIA, Congreso de la República, *Ley 1562*, Bogotá: El Ministerio, 2012.
- [3] Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral, *Manual para la Investigación de Accidentes Laborales*, 2005.
- [4] Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, Superintendencia de Riesgos del Trabajo, Buenos Aires, República de Argentina (s.f.).