



ACCIDENTE DE SEVESO: UN ANÁLISIS DE LOS FACTORES HUMANOS Y ORGANIZATIVOS

Denis Mora da Rocha ^{1*}

Diovanna Kathleen de Almeida Amorim²

Douglas Anselmo da Silva³

Edjane Cosmo da Silva⁴

Ivan Bolis⁵

Resumen

Este artículo es el resultado del trabajo desarrollado por algunos estudiantes de pregrado en la disciplina de la Psicología del Trabajo. Adoptando la metodología del estudio de caso, este artículo analizó el accidente industrial de Seveso. El objetivo era entender cómo los factores humanos y organizacionales eran puntos cruciales para un evento de este tipo. El objetivo es poner de relieve el contexto de la forma en que se produjo el accidente y sus fallos técnicos, como contribución a una mejor comprensión de la prevención y la adopción de medidas en situaciones de emergencia con el fin de minimizar las consecuencias y evitar que ocurran futuros accidentes. Se concluye que el error humano no se produce por el error de una sola persona, sino que es la combinación de varios problemas que se acumulan hasta la culminación del accidente. En este sentido, no es posible culpar al trabajador que realmente pudo haber cometido un error, necesitando ir más allá y también buscar cuáles fueron las fallas organizacionales que pueden considerarse las causas fundamentales del accidente.

Palabras clave: Accidente Industrial; Directiva Seveso; Industria Seveso; Seguridad operacional.

SEVESO ACCIDENT: AN ANALYSIS OF HUMAN AND ORGANIZATIONAL FACTORS

Abstract

This article is the result of work developed by some undergraduate students in the discipline of Occupational Psychology. By adopting the case study methodology, this article analyzed the industrial accident in Seveso. The objective was to understand how human and organizational factors were crucial points for such an event. The aim is to highlight the context of how the accident occurred and its technical failures, as a contribution to a better understanding of prevention and the adoption of measures in emergency situations in order to minimize the consequences and prevent future accidents from happening. It is concluded that human error does not occur due to a single person's error, but rather is the combination of several problems

¹Universidade Federal da Paraíba (UFPB). * denis.moura2011@hotmail.com.

²Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

³Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

⁴Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

⁵Universidade Federal da Paraíba (UFPB).



that accumulate until the accident culminates. In this sense, it is not possible to blame the worker who may have actually made a mistake, but it is necessary to go beyond that and look for what were also the organizational failures that can be considered the root causes of the accident.

Keywords: Industrial Accident; Seveso Directive; Seveso Industry; Operational Safety.

1. INTRODUCCIÓN

El accidente de Seveso está considerado como uno de los mayores accidentes industriales de la historia de todo el territorio europeo. Ocurrió el 10 de julio de 1976 en la planta de Roche en Seveso, Italia, después de un sobrecalentamiento del reactor de dioxinas, que es ampliamente considerado como uno de los productos químicos más tóxicos fabricados por el hombre (MOCARELLI et al. MAN, 1991), liberado al medio ambiente a través de una válvula defectuosa. El incidente mató directamente a unos 3.000 animales y provocó que otros 70.000 fueran sacrificados para evitar que las dioxinas entraran en la cadena alimentaria, y puede considerarse uno de los mayores accidentes químicos de la historia. De acuerdo con Freitas, Porto y Gómez (1995), los accidentes químicos amplificadas producen múltiples daños en un solo evento y tienen el potencial de causar efectos que van más allá del lugar y tiempo de su ocurrencia. Este tipo de accidentes pueden afectar a largas distancias, e incluso a otras ciudades o países, y también son complejos desde el punto de vista de la gestión de riesgos (FREITAS et al., 2000). Teniendo en cuenta el tamaño, las diversas consecuencias de los accidentes son difíciles de evaluar y altamente complejas, y es un gran desafío desarrollar estrategias de prevención y control, ya que la mayoría de estos accidentes tienen características muy diferentes.

El impacto en la sociedad también merece ser destacado, ya que la industria química es considerada una industria con el potencial de graves consecuencias, ya que cuando ocurre un accidente, los impactos resultantes son enormes (PERROW, 1984). La dioxina puede causar efectos crónicos que pueden manifestarse después de años de exposición (AXELSON, 1993; LANDI, et al., 1997). Aunque no se informó de muertes inmediatas, la liberación de unas tres toneladas de productos químicos que contenían, entre ellos, TCDD, obligó a la evacuación de unas 600 personas y más de 2000 recibieron tratamiento inmediato por toxicidad de dioxinas. A corto plazo, surgieron graves problemas de salud en las personas expuestas (CE, 2009). De esta manera, Seveso experimentó un aumento dramático en el número de víctimas de enfermedades cardíacas y vasculares, una duplicación de las muertes por leucemia y una triplicación de la incidencia de tumores cerebrales. Los casos de cáncer de hígado y vesícula biliar se multiplicaron por diez, al igual que las muertes por enfermedades de la piel. Dos días



después del accidente, la fábrica cerró y la multinacional suiza Roche pagó US\$ 240 millones en concepto de indemnización a las víctimas.

De acuerdo con Gómez (2000), la investigación de accidentes muestra la presencia simultánea de problemas ambientales internos y externos en las instalaciones de manufactura que involucran matrices técnicas similares y que, a partir de entonces, comienzan a requerir políticas preventivas integradas tanto en el tema de salud de los trabajadores como en el tema ambiental. Sin embargo, Roche era consciente de los riesgos de producir triclorofenol, ya que había habido casos anteriores de accidentes industriales. Estos riesgos se deben a la dioxina, una sustancia producida como producto de desecho durante la conversión del triclorofenol. A pesar de los esfuerzos de las autoridades, es posible que los efectos físicos, psicológicos y ambientales de un desastre ambiental de la magnitud de Seveso nunca se remedien.

El accidente supuso, en todo caso, el inicio de la configuración de una política internacional de prevención y tratamiento de accidentes graves, con la definición, por parte de la Comunidad Europea, de la "Directiva Seveso", que prioriza, en varios pasajes, el derecho del público a acceder a la información sobre los riesgos asociados a ciertos tipos de actividad industrial y al uso de ciertos tipos de sustancias (BARBOSA, 2009).

Los accidentes y enfermedades relacionados con el trabajo son lesiones predecibles y evitables. Sin embargo, aunque se pueden prevenir, siguen ocurriendo y tienen un fuerte impacto en la productividad, la economía y la sociedad. Así, el artículo propuesto tiene como objetivo indagar en las causas del accidente ocurrido, además de analizar los riesgos de accidentes en trabajadores de las industrias químicas y sus consecuencias. Porque, según Lustosa (2002), el género químico-industrial se encuentra entre las mayores causas de daño al medio ambiente, debido a los procesos de producción y fabricación, almacenamiento y transporte de productos contaminantes.

Este artículo se justifica por mostrar la aplicación de conceptos teóricos discutidos en la disciplina de la Psicología del Trabajo, incluyendo la ergonomía, por parte de estudiantes de pregrado en un caso real. La relevancia del artículo radica en evidenciar los resultados de este trabajo docente para motivar a otros estudiantes a aplicar conceptos de ergonomía a accidentes reales con alto impacto en la sociedad.

1.1. Materiales y métodos

Este estudio se caracteriza por ser un estudio de caso, con un enfoque de investigación cualitativa, centrándose en el análisis de datos y los procedimientos de interpretación. Así, para



Gil, (2008, p.57) el estudio de caso se caracteriza por el estudio exhaustivo de uno o pocos objetos, con el fin de permitir su conocimiento amplio y detallado. Además, según Silveira (2009, p.31), la investigación cualitativa "no se ocupa de la representatividad numérica, sino de profundizar en la comprensión de un grupo social, una organización, etc."

La investigación se realizó en sitios web, textos, artículos científicos, materiales diversos y datos gubernamentales disponibles electrónicamente, con el fin de obtener resultados que retraten la realidad disponible en las fuentes de estudio. Como marco de referencia se utilizó la teoría del accidente organizacional traída por los autores Llory y Montmayel (2014). Para estos autores, analizar y comprender eventos complejos, como los que aquí se comentan, significa interpretarlos más allá de factores técnicos recientes. Las causas indirectas, latentes o no visibles de inmediato deben considerarse un producto de la organización de seguridad.

2. DESARROLLO

2.1. El accidente

El accidente de Seveso se produjo debido a problemas organizativos de la empresa ICMESA. Como lo demostró la Comisión Parlamentaria de Investigación sobre el desastre, el accidente estuvo directamente relacionado con la falta de inversión en la seguridad de las instalaciones de la fábrica (CENTEMERI, 2010).

Antes de analizar los motivos del desastre en Seveso, es fundamental observar toda la cronología hasta el momento del accidente.

- En 1963: Roche se convierte en propietaria de la empresa de fragancias y aromas Givaudan SA, en Ginebra. Según Centemeri (2012, p.3) "la pequeña fábrica química responsable del desastre había estado instalada en el territorio de la ciudad de Meda desde 1945, pero pertenecía, a través de la empresa Givaudan, a la multinacional farmacéutica Hofmann-LaRoche (en adelante Roche), con sede en Suiza";
- En 1969: Givaudan adquiere el capital restante de ICMESA, que fabrica productos intermedios para su posterior procesamiento en el Grupo (fragancias, aromas, cosméticos y productos farmacéuticos);



- 1969-1970 ICMESA comienza la producción de triclorofenol (TCP). Givaudan necesita TCP de alta calidad para la producción de hexaclorofeno, un desinfectante utilizado en jabones médicos;
- 1970 a julio de 1976 Aumento de la producción de TCP, todo entregado a Givaudan;
- 1976 Viernes 9 de julio 2:30 p.m. Seveso/ICMESA. El Dr. Paolo Paoletti, director de producción de ICMESA, discute el programa de producción con los distintos capataces, incluido el responsable del Edificio B. Como es habitual en el Edificio B, se debía producir triclorofenol (TCP). El triclorofenol es un intermediario utilizado en la producción del desinfectante hexaclorofeno. 4:00 p.m. El contenedor de reacción TCP se llena con los diversos materiales de partida.
- 1976 Sábado, 10 de julio 02:30 ICMESA según el diagrama de temperatura, la reacción está completa. 04:45 a.m. El capataz a cargo da la orden de detener una destilación que no está terminada. Se apaga la calefacción y se mezcla el contenido del recipiente durante otros 15 minutos. La última temperatura medida es de 158°C. 06:00 horas termina el turno de noche. Los trabajadores abandonan la fábrica y solo queda el personal de limpieza y mantenimiento. 12:37 p.m. el disco de ruptura en la válvula de seguridad estalla como resultado de una presión excesiva, causada por una reacción exotérmica en el recipiente TCP. Una mezcla química en forma de nube de aerosol escapa al aire en dirección sureste. Más tarde se supo que la mezcla cayó principalmente en las comunas de Seveso, Meda, Cesano Maderno y Desio.

Cabe destacar que hubo una falta de comunicación entre la empresa y las autoridades, ya que se tardó mucho tiempo en informar a la población de lo sucedido. Cuando comenzó el accidente, la amenaza no apareció con claridad, ni para las autoridades ni para la población, sobre todo porque para entonces los trabajadores se habían acostumbrado a los gases y malos olores que se escapaban de la fábrica de vez en cuando CENTEMERI (2012, p3). Al principio, los ingenieros de Givaudan hicieron todo lo posible por ocultar la gravedad del accidente para evitar la intervención de las autoridades.



Este horario, sobre todo en los dos días que provocaron el accidente, muestra cómo hay personas que estuvieron directamente involucradas en algunas decisiones que fueron una de las principales causas del suceso. ¿Cómo habría sido si estas personas hubieran actuado de manera diferente? Es posible que el accidente no haya ocurrido. De hecho, se puede identificar la presencia de "errores humanos" en este accidente. En otras palabras, los factores humanos en la producción también fueron la causa del accidente. Sin embargo, sería un error centrarse sólo en estos "errores humanos" y señalar a los trabajadores de la zona concreta donde ocurrió el accidente como los principales culpables.

Es necesario señalar que el accidente fue consecuencia directa de una negligencia grave por parte de ICMESA (entendida como organización) en términos de seguridad. También se puede decir que estas negligencias fueron causadas por la presión de Roche para reducir los costos de producción (CENTEMERI, 2012). En ese momento, Roche no solo era consciente de las malas condiciones de seguridad de ICMESA, sino que la empresa también sabía que la producción de triclorofenol generaba una categoría particularmente tóxica de dioxina, 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD). A continuación, se discutieron algunas condiciones de seguridad a nivel organizacional.

2.2. Condiciones de seguridad

Según Daniellou et al. (2010) "A menudo se invoca el error humano para explicar los accidentes, pero el error no es la causa básica, es una consecuencia de otros defectos en la organización". En este contexto, la falta de seguridad y la baja inversión por parte de ICMESA fueron fundamentales para el accidente a gran escala. Según el sitio web de HSE (Health and Safety Executive), hubo varias fallas técnicas como:

- *Procedimientos Operativos*. El ciclo de producción se interrumpió, sin agitación ni enfriamiento, prolongando la realización de la masa de reacción. Además, la realización del lote final implicó una serie de fallas en el cumplimiento de los procedimientos operativos. El método de destilación patentado original especificaba que la carga se acidificaba antes de la destilación. Sin embargo, en los procedimientos de la planta, el orden de estos pasos se ha invertido;
- *Sistemas de alivio / sistemas de ventilación*: fallos en la ventilación de presiones excesivas y en el dimensionamiento



de las aberturas para reacciones exotérmicas. El disco de ruptura se ajustó a 3,5 bar para proteger contra la presión excesiva en el aire comprimido utilizado para transferir los materiales al reactor. Si se hubiera instalado un disco de ruptura con una presión de ajuste más baja, la ventilación se habría producido a una temperatura más baja y menos peligrosa;

- *Sistemas de control*: alarmas de sensores/disparos/fallos de enclavamientos: pérdida de refrigeración, fallo del agitador. Los sistemas de control del reactor eran inadecuados, tanto en lo que respecta al equipo de medición de una serie de parámetros fundamentales como a la ausencia de un sistema de control automático;
- *Prueba de reacción/producto*: métodos de calorimetría, estabilidad térmica. La empresa era consciente de las características peligrosas de la exotermia principal. Sin embargo, los estudios han demostrado que existen exotermas más débiles que podrían conducir a una reacción incontrolada;
- *Códigos de Proyecto - Planta*: en la naturaleza de las emisiones peligrosas no había ningún dispositivo para recoger o destruir los materiales tóxicos mientras se ventilaban;
- *Contención secundaria y recipientes de captura*: El fabricante del disco de rebosadero recomendó el uso de un segundo receptor para recuperar materiales tóxicos, pero este no se montó;
- *Respuesta a Emergencias/Control de Derrames*: Tuvo fallas en el sistema de gestión de seguridad y en el plan de emergencia del sitio. La empresa no disponía de información sobre los productos químicos liberados y sus peligros asociados. La comunicación era débil y fallaba tanto entre la empresa y las autoridades locales como dentro de las autoridades reguladoras.



Los recortes excesivos de costos pueden resultar en la compra de equipos inadecuados para las actividades de la organización y en la falta de mantenimiento de equipos y entornos de trabajo (SHAPPELL; WIEGMANN, 2000). Si no hay comunicación entre la gerencia y el equipo, o si no se sabe quién está a cargo, la seguridad de la organización está en riesgo y ocurrirán accidentes (MUCHINSKY, 1997 apud SHAPPELL; WIEGMANN, 2000). El gran reto es proporcionar las condiciones para la eliminación de las condiciones que potencian los errores, aumentando las posibilidades de detectar y recuperar los errores humanos que inevitablemente ocurrirán (REASON, 2002).

Es importante señalar que las fallas en las condiciones de seguridad deben conducir a mejoras en los sistemas de control técnico para prevenir accidentes. Como resultado de este accidente, se instituyó una directiva que se discutirá a continuación. Si esta directiva se hubiera aplicado antes, lo más probable es que el accidente no se hubiera producido.

2.3. La Directiva de Seveso

El accidente de Seveso contribuyó dramáticamente al crecimiento de la preocupación pública sobre los riesgos industriales asociados con la producción de sustancias químicas. Este evento se considera un hito importante para la regulación sobre la prevención y control de estos accidentes dentro de la Comunidad Europea (CE) (EC 2007). Esta experiencia demostró que se habían producido daños de grandes proporciones, tanto para la salud pública como para el medio ambiente, lo que aceleró la necesidad de una respuesta reguladora a la seguridad de las plantas químicas. Según Benite (2004), un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo es un conjunto de iniciativas, plasmadas a través de políticas, programas, procedimientos y procesos. Estos deben integrar la actividad de la organización con el fin de facilitar el cumplimiento de los supuestos legales y, al mismo tiempo, connotar coherencia con la propia concepción filosófica y cultural de la organización, a fin de conducir sus actividades con ética y responsabilidad social. Según Puiatti (2000), la primera experiencia internacional para la prevención de accidentes ampliados tuvo lugar en junio de 1982, con la publicación en la Comunidad Europea (actual Unión Europea) de la Directiva 82/501/ECC, más conocida como la "Directiva Seveso", que fue modificada por dos enmiendas (1987/1988). Concebido como una herramienta conceptual, el proyecto pretendía ser un elemento de orientación para las industrias, las autoridades competentes y las autoridades locales. El objetivo fue evitar que cada uno de estos actores abordara el proceso de gestión de riesgos de manera unilateral, armonizando las metodologías de evaluación de riesgos, considerando las consecuencias de los escenarios y la eficiencia de la gestión de la seguridad de las empresas, y también estimando la



vulnerabilidad ambiental (SALVI 2006, KONTIÉ, 2006). Crowl y Louvar (2001) indican que los métodos de evaluación de riesgos deben incluir no sólo la identificación de incidentes, sino también el análisis de consecuencias. Mientras que el primero describe "cómo" pueden ocurrir los eventos, el segundo debe identificar los daños esperados como resultado, incluidas las posibles lesiones y la pérdida de vidas, los daños al medio ambiente, los daños a la propiedad y los daños resultantes de la interrupción de la actividad. A partir de este concepto, se comenzaron a utilizar técnicas matemáticas que permiten la comparación entre resultados medibles y estándares de aceptabilidad para los mismos, tal como se aborda actualmente en los procesos de gestión de riesgos (DANESHKHAN, 2004). Según Amendola (1998), la primera Directiva de Seveso se preocupaba fuertemente por la generación de información adecuada y suficiente sobre las instalaciones de las que podían derivarse riesgos de accidentes graves, debido a emisiones tóxicas, incendios o explosiones, y con sus respectivos medios de control. Esta información debe fluir a través de todos los sectores que podrían realizar algún tipo de gestión sobre estos riesgos, incluyendo al propio empresario, a los organismos públicos de control instituidos y a la comunidad que podría verse afectada por este tipo de eventos. Según De Marchi (1988), la nueva Directiva ponía más énfasis en las cuestiones socio-organizativas y en las políticas de prevención que en las técnicas, considerando que los análisis de los hechos graves registrados desde la aplicación de la Directiva 82/501/CE se referían, en su mayoría, a deficiencias en el sistema de gestión de las organizaciones. La Directiva Seveso II otorga más derechos de acceso a la información, ya que establece que las empresas y las autoridades tienen la obligación de subvencionar a la población con la información necesaria. En lugar de un proceso reactivo, se adopta una actitud proactiva con información práctica a la sociedad sobre cómo proceder en caso de accidente (ROCHA JR., et.al. 2006, p.04). En este sentido, la parte más novedosa de la directiva es la contenida en su artículo 8, en materia de información al público, estableciendo una obligación que debilitará el secreto laboral en el ámbito de las actividades cubiertas. Al mismo tiempo, la Directiva crea una especie de red de información entre las autoridades públicas y la industria y entre la industria y las partes potencialmente en riesgo (OTWAY, 1990; OTWAY Y AMENDOLA, 1989). La Directiva Seveso ha sufrido algunos cambios a lo largo del tiempo, con varias revisiones en las que la última se publicó en la Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo, y del Consejo, también llamada Directiva Seveso III, relativa a la prevención de accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y posteriormente se deroga la Directiva 96/82/CE del Consejo de la Unión Europea (DIRECTIVA 2012/18/UE).



2.4. Factores humanos y ergonomía

Como se ha señalado hasta ahora, el accidente se originó por diferentes causas, y la mejora de los sistemas técnicos de control (promovida posteriormente por la Directiva Seveso) muy probablemente habría eliminado la ocurrencia de este evento catastrófico. Sin embargo, es posible señalar que las empresas podrían garantizar mejores niveles de seguridad mediante la introducción de estos sistemas técnicos junto con una mayor consideración de los factores humanos y organizativos (DANIELLOU et al., 2010). Establecer reglas y procedimientos no es suficiente si se crean "costos humanos" como resultado de algunas decisiones organizacionales. En el caso del accidente de Seveso, señalamos que hubo una falla en los sistemas de control técnico. Aun así, es posible señalar que el accidente no podría haber ocurrido si la empresa hubiera comprendido las consecuencias de sus propias decisiones organizativas. Por ejemplo, la presión de la empresa Roche para reducir los costes de producción puede haber influido en la falta de introducción de sistemas de control técnico para evitar el accidente. Pero es probable que esta presión también repercutiera en las decisiones tomadas y en las actividades de sus trabajadores. A nivel operativo, los trabajadores pueden actuar asumiendo riesgos adicionales para poder hacer frente a las imposiciones de la jerarquía en relación con la necesidad de reducir los costes de producción. Esto está relacionado con la distinción entre tarea y actividad presente en la literatura ergonómica (ABRAHÃO et al., 2009; FALZON, 2007). Por una cuestión de celo, o por algún tema relacionado con la presencia de costos humanos (como en este caso), el trabajador puede actuar de manera diferente a lo prescrito por la organización. El trabajo es una actividad coordinada desarrollada por los trabajadores para hacer frente a lo que no se puede obtener en una tarea mediante la ejecución estricta de la organización prescrita (DEJOURS, 2005). Así, la organización necesita acercarse a los trabajadores para comprender mejor su trabajo y transformarlo, con beneficios organizacionales en relación con el desempeño y la seguridad y salud (GUÉRIN et al., 2001).

En este contexto, los autores Kanki et al. (2010) argumentan que el error humano no es la causa de problemas en un sistema que sería seguro. De hecho, es un síntoma. Es el subproducto de individuos que trabajan en equipo tratando de tener éxito en un sistema imperfecto y restringido con recursos limitados. Según Areosa (2020), "los accidentes solo se producen porque existen riesgos que los preceden y que en algún momento se materializan o materializan (los riesgos laborales son esencialmente el producto del funcionamiento interno de las organizaciones)". Así, la propuesta es ir más allá del juicio de que el error humano fue la causa esencial del accidente, buscando factores humanos y organizacionales que fueron, de hecho, las causas fundamentales del evento (DANIELLOU et al., 2010).



3. CONCLUSIONES

En el análisis de los accidentes industriales mayores, debe existir una tendencia a superar lo que se denomina el "juego de la culpa" (MARTINS et al., 2012), buscando comprender el verdadero origen de estas tragedias de proporciones alarmantes. Tales eventos no pueden atribuirse únicamente a errores humanos, sino más bien al fracaso inherente a una gestión mal planificada. Por lo tanto, no hay forma de entender las relaciones laborales y los factores organizacionales en la generación de accidentes si los enfoques tradicionales aún están motivados por una visión reduccionista de las causas simples de los accidentes. Es necesario alejarse de la visión de las causas asociadas al comportamiento inadecuado de los trabajadores por el incumplimiento de las normas de seguridad (VILELA et al., 2012). Por lo tanto, la organización del trabajo debe tener en cuenta todo el costo humano de sus decisiones para que haya un funcionamiento regular del trabajo en todas las instancias.

Más allá del ámbito organizativo, estos eventos de destrucción a gran escala son el resultado directo de decisiones de planificación equivocadas, que permiten la ubicación de actividades tecnológicas peligrosas en lugares inapropiados, donde la capacidad de controlar eventos catastróficos inesperados es deficiente o incluso inexistente (SMITH y PETLEY, 2009). Por lo tanto, se destaca la urgencia de involucrar a todos los actores relevantes en las decisiones, de modo que se puedan tomar decisiones que consideren las diferentes necesidades y perspectivas involucradas (FALZON, 2013).

En resumen, a través de enfoques integrados, como la introducción de análisis ergonómicos del trabajo, auditorías sistemáticas, capacitación y capacitación continuas de los empleados, compromiso abierto con la comunidad local y una evaluación cuidadosa de la ubicación de las actividades industriales, el objetivo es minimizar efectivamente los riesgos y promover la transparencia en la gestión de estos temas. Por un lado, es importante mejorar el sistema de control técnico, pero por otro lado, también es importante implicar a los principales actores en las situaciones a mejorar (en particular, los trabajadores).

La implementación de análisis ergonómicos periódicos del trabajo (GUÉRIN et al., 2001) permitirá un análisis en profundidad de los procesos operativos, identificando los puntos vulnerables y permitiendo tomar acciones correctivas de manera proactiva. Al comprender las actividades reales de los trabajadores, es posible transformar el trabajo y las causas de los posibles accidentes. Además, la presencia de auditorías, la adecuada educación y formación de



los empleados son fundamentos fundamentales para fortalecer la cultura de seguridad, permitiéndoles actuar de forma consciente y responsable ante situaciones de riesgo.

El compromiso activo con la comunidad local desempeña un papel crucial en la identificación y mitigación de los peligros potenciales, así como en el fomento de una relación de confianza mutua entre la industria y la sociedad. Este enfoque colaborativo permitirá compartir información pertinente y tener en cuenta las perspectivas de las partes interesadas en el proceso de adopción de decisiones.

Otro elemento esencial es llevar a cabo una evaluación cuidadosa de la ubicación de las actividades industriales. Es imperativo considerar a fondo aspectos como la proximidad de áreas habitadas, la sensibilidad de los ecosistemas circundantes y la capacidad de controlar eventos inesperados. Este análisis detallado ayudará a reducir el riesgo de que ocurran accidentes en lugares inapropiados.

Además, ofrecer incentivos fiscales a las empresas comprometidas con prácticas seguras y sostenibles actuará como un estímulo adicional para la adopción de medidas preventivas y la mejora continua de las estrategias de seguridad. El intercambio de buenas prácticas entre las empresas del sector permitirá la difusión de conocimientos valiosos y la construcción de una red de colaboración que trabaje en conjunto para elevar los estándares de seguridad industrial.

Al adoptar un enfoque más amplio y colaborativo, estaremos mejor preparados para prevenir futuros accidentes, honrando la apreciación de la seguridad, el bienestar humano y la protección del medio ambiente en todas las esferas industriales. Solo entonces podremos construir un futuro más seguro y resiliente para todos los involucrados.

REFERENCIAS

- ABRAHÃO, J. et al. *Introdução à ergonomia: da prática à teoria*. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2009. v. 7.
- AMENDOLA, G. *Culture and Neighbourhoods*. Vol. 4: Perspectives and Keywords. Strasbourg: Council of Europe Publishing, 1998.
- AREOSA, J. *Acidentes de trabalho: O erro humano como "fim da história"*. Porto Alegre: Editora Fi, 2020.
- AXELSON, J. *Counseling and Development in a Multicultural Society*. 2nd Edition, Thomson Brooks/Cole Publishing Co, Belmont, CA, 76, 1993.



- BENITE, A. G. Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho para Empresas Construtoras. São Paulo: Dissertação Apresentada à Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo para obtenção de Título de Mestre em Engenharia, USP, 2004.
- CENTEMERI, L. Seveso : o desastre e a Directiva. *Laboreal* [Online], 01 out. 2010. Volume 6 Nº2 | 2010. Disponível em: <http://journals.openedition.org/laboreal/8938>. Acesso em: 04 junho 2023.
- CENTEMERI, L. The contribution of the sociology of quantification to a discussion of objectivity in economics. In J. Castro Caldas & V. Neves (Eds.), *Facts, values and objectivity in economics* (pp. 110–125). New York, NY: Routledge, 2012.
- CROWL, D. A.; LOUVAR J. F. *Chemical Process Safety – Fundamentals with Applications*. New Jersey: Prentice Hall, 2001.
- DANESHKHAH, A.R. *Uncertainty in Probabilistic Risk Assessment: A Review*. Sheffield: University of Sheffield, 2004.
- DANIELLOU, F., SIMARD, M., & BOISSIÈRES, I. Fatores humanos e organizacionais da segurança industrial. (Traduzido do original *Facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle* por R. Rocha, F. Duarte, F. Lima). Toulouse: ICSI, 2010. Recuperado em 5 de novembro de 2013, de <http://www.FonCSI.org/fr/cahiers/>
- DE MARCHI, B. *Why and how Do Sociologists Study Disasters?*. Itália: I.S.I.G., 1988.
- DEJOURS, C. *Da tecnologia ao conceito de trabalho. O fator Hum.* 5. ed. São Paulo: Editora FGV, 2005. p. 39.
- EC (European Commission). *Chemical Accidents (Seveso II) - Prevention, Preparedness and Response*, 2007. Disponível em <http://ec.europa.eu/environment/seveso/index.htm>, Acesso em: 06, junho 2023.
- EC (European Commission). *The Seveso directive - a contribution to technological disaster risk reduction*. *Environment*, 2009. Disponível em: < <http://ec.europa.eu/environment/seveso/index.htm> >. Acesso em: 06, junho 2023.
- FALZON, P. *Ergonomia*. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.
- FALZON, P. *Ergonomie constructive*. Paris: PUF – Presses Universitaires de France, 2013.
- FREITAS, C. M; PORTO, M. F. S.; GOMEZ, C. M. Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. *Revista de Saúde Pública*, v. 29, n. 6 (dez.), pp. 503-514, 1995.
- FREITAS, C. M.; PORTO, M., J. M. H. *Acidentes químicos ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000.
- GIL, A. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMEZ, C. M. *Acidentes químicos: superando a dicotomia entre ambiente interno e externo*. In: FREITAS, C. M; PORTO, M. F. S.; MACHADO, J. M. H. (Orgs.).
- Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000.



- GUÉRIN, F. et al. Compreender o trabalho para transformá-lo: A prática da ergonomia. São Paulo: Blucher, 2001.
- KANKI, G. B., HELMREICH, L. R., ANCA, J. Crew Resource Management. Elsevier Inc, 2010.
- KONTIÉ, D. KONTIÉ, B.; GERBEC, M.. How powerful is ARAMIS methodology in solving land-use issues associated with industry based environmental and health risks?. Journal of Hazardous Materials, 130, 2006; p271-275.
- LANDI M, NEEDHAM L, LUCIERR G, MOCARELLI P, BERTAZZI P, CAPORASO N. Concentrations of dioxin 20 years after Seveso [Letter] Lancet. 1997;349:1811.
- LLORY M, MONTMAYEUL R. O acidente e a organização. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2014.
- LUSTOSA, M. Meio Ambiente, Inovação e Competitividade na Indústria Brasileira: a cadeia produtiva do petróleo. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. UFRJ: Rio de Janeiro –RJ, 2002.
- MARTINS-JÚNIOR, P. A. et al. Validations of the brazilian version of the Early Childhood Oral Health Impact Scale (ECOHIS). Cad. Saúde Pública, v. 28, n. 2, p. 367- 374, 2012.
- MOCARELLI, P. et al. Effects of dioxin exposure in humans at Seveso, Italy. Banbury Report 35: biological basis for risk assessment of dioxin and related compounds. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1991.
- MUCHINSKY, P. Psychology Applied to Work: An Introduction to Industrial and Organizational Psychology. Thomson/Wadsworth, 2006.
- OTWAY, H. & AMENDOLA, A. Major hazard information policy in the European Community: Implications for risk analysis. Risk Analysis, 9, 4, 505-512, 1989. DOI : 10.1111/j.1539-6924.1989.tb01261.x
- OTWAY, H. Communicating with the public about major hazards: challenges for European research, in H.B.F. Gow, H. Otway (a cura di), Communicating with the public, New York: Elsevier, 1990.
- PERROW, C. Normal accidents: living with high-risk technologies. Princeton, NJ, United States: Princeton University Press, 1984.
- PUIATTI, R. A prevenção e os trabalhadores – aspectos comparativos da legislação dos EUA, da Grã-Bretanha e da Holanda. In: Freitas, C. M; Porto, M. F .S.; Machado, J. M. H. (Orgs.). Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000.
- REASON, J. Combating omission errors through task analysis and good reminders. Quality Safety Health Care; v. 11, p. 40-44, 2002.
- ROCHA JR, Edson. et al. Acidentes Ampliados e as Normas Internacionais: “Diretiva Seveso” e a Convenção nº 174 da Organização Internacional do Trabalho – OIT. II workshop Gestão Integrada: Risco e Sustentabilidade. Centro Universitário Senac: São Paulo, 2006.
Disponível em:



<http://www1.sp.senac.br/Hotsites/Arquivos_matérias/II_workshop/Acidentes_ampliados_e_as_normas_internacionais_Diretivas_Seveso.pdf> Acesso em: 05 junho 2023.

SALVI, O., DEBRAY, B. A global view on ARAMIS, a risk assessment methodology for industries in the framework of the SEVESO II directive. *Journal of Hazardous Materials*, 130, 2006; p187-199.

SHAPPELL, S.; WIEGMANN, D. The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine Report N^o DOT/FAA/AM-00/7. Office of Aviation Medicine. Washington, DC, 2000.

SMITH, K., & PETLEY, D. N. *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*. Milton Park, Abingdon, Oxon, Routledge, 2009.

VILELA, Lourival; et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. *Pesquisa agropecuária brasileira*. V. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2012.