



- Capítulo 5 -

## Laboratorio de Riesgo Físico

### **Autores**

**Yuly Andrea Celemín Pabón.** Ingeniera Industrial, Especialista en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo, asesora interna y externa de diferentes empresas públicas y privadas, tales como la Organización de Estados Americanos (OEA), Escalar Gerencia Inmobiliaria, entre otras, Tutora Virtual y capacitadora en temas de Seguridad y Salud en el Trabajo, actualmente inscrita

en el Master de Gestión y Dirección de Recursos en la Universidad Internacional de la Rioja.

*Correspondencia: yacelemin@poligran.edu.co*

## **Resumen**

Este documento registra el proceso de diseño, creación y construcción del Simulador de Riesgos Físicos para estudiantes del programa Gestión en la Seguridad y Salud en el Trabajo del Politécnico Grancolombiano, que va desde la identificación del peligro hasta la valoración del riesgo, el cual se evaluará para generar medidas de intervención que le permitan al alumno mitigar los efectos adversos a la salud de los trabajadores. Dicho simulador es apto para trabajar la práctica o laboratorio del módulo de Higiene y Seguridad Industrial III del programa profesional.

## **Palabras claves**

Identificación de peligros, medidas de intervención, priorización de riesgos, riesgos físicos, simulación, valoración de riesgos.

## **Introducción**

Es importante tener en cuenta que diariamente un trabajador se encuentra expuesto a diferentes peligros que afectan su bienestar físico, social y mental, entre ellos los peligros físicos, los cuales de acuerdo con la Guía Técnica Colombiana GTC – 45, se clasifican: en ruido, iluminación, vibraciones (mano-brazo y cuerpo entero), radiaciones (ionizante y no ionizante) y temperaturas extremas (frío o calor). Su identificación, evaluación y posterior control es relevante en la preservación de las condiciones de salud de las personas, para ello existen instrumentos de medición que permiten determinar los niveles de exposición a estos peligros, como el sonómetro (ruido), vibrómetro (vibración), luxómetro (iluminación), dosímetro (radiación) y termómetro (temperatura).

La normatividad establece los rangos permitidos de exposición a estos peligros sin que se generen consecuencias graves en la salud de las personas expuestas, aunque esta varía en algunos países, por lo que fue necesario realizar una

revisión exhaustiva del marco legal relacionado con estos peligros, así como de las metodologías existente para la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos, escogiendo la metodología de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 de 2012 “Guía para la identificación y valoración de riesgos en seguridad y salud ocupacional”, para trabajar en este proyecto.

Este proyecto consistió en el diseño de un simulador que recrea cinco empresas diferentes con exposición a peligros físicos (laboratorio químico, oficina, manufactura, pozo petrolero, empresa de servicios generales), las cuales se combinan de forma aleatoria.

El proceso comienza con la presentación de la empresa y sus instalaciones, brinda al alumno la posibilidad de elegir el área de trabajo para que analice e identifique la existencia o no del riesgo físico de acuerdo con los resultados de la medición. Posteriormente, continúa con la evaluación y valoración del riesgo mediante el diligenciamiento de la matriz IPEVR para culminar el proceso de aprendizaje con la entrega de la matriz de priorización de riesgos con sus respectivas medidas de intervención y con la experiencia de haber estado en un ambiente cercano a la realidad.

## **Marco teórico**

### **Problemática que atiende**

Es importante que las instituciones que ofrecen programas de formación ya sea a nivel técnico, tecnológico o profesional implementen las prácticas dentro de los procesos de aprendizaje, ya que su ausencia es un vacío en la formación tanto en modalidades presencial o virtual. Por lo tanto, la implementación de laboratorios permite generar espacios prácticos para los estudiantes. En la virtualidad, con el crecimiento de las TIC se han desarrollado el uso de simuladores e incluso en numerosos ambientes laborales son una opción para el entrenamiento y capacitación de los colaboradores. A nivel académico los simuladores, entre ellos los laboratorios virtuales, permiten colocar en un contexto “real” al estudiante para prepararlo en lo que será su desempeño en el ámbito laboral.

Dando cumplimiento a lo anterior, se optó por el diseño de una estrategia de aprendizaje mediada a través de un Simulador de Higiene y Seguridad Laboral, que representa la actividad económica de cinco empresas diferentes: oficina, manufactura, laboratorio químico, pozo petrolero y servicios generales, con lo que el estudiante deberá analizar los riesgos presentes en cada una de ellas.

El objetivo principal del simulador en cuanto al análisis de riesgos físicos, es proporcionar una práctica estudiantil, en la que se pretende que el estudiante con la ayuda de materiales y herramientas digitales, identifique en primer lugar los riesgos físicos presentes en el tipo de empresa seleccionada, escoja el equipo de medición adecuado para cada riesgo y determine si éstos se encuentran o no dentro del rango permisible según la normatividad legal vigente, y finalmente, pueda proponer las medidas de intervención necesarias para el control del riesgo.

Para el análisis de los riesgos físicos se llevó a la práctica el contenido teórico del módulo de tal forma que todo aplique a un aprendizaje integral desde lo teórico-práctico. Para la identificación, evaluación y valoración de riesgos existen numerosas metodologías, pero en concordancia con la normatividad colombiana, se eligió usar la metodología establecida en la Guía Técnica Colombiana GTC 45 de 2012 Guía para la identificación y valoración de riesgos en seguridad y salud ocupacional.

La principal dificultad encontrada fue en la determinación del nivel de exposición permisible para algunos riesgos como por ejemplo los relacionados con vibraciones, ya que en la revisión no se encontró una normatividad aplicable unánime respecto al tema, si no que esta varía de un país a otro, haciendo más difícil el proceso. Así mismo, la metodología establecida en la GTC 45 de 2012 para la evaluación y valoración de riesgos propone valores para la determinación numérica del nivel de riesgo, haciendo más compleja la creación del ambiente virtual, teniendo en cuenta que para cada empresa será diferente.

Lo más relevante no es el tipo de empresa o el ambiente, sino la adecuada aplicación de la metodología que le permita al estudiante realizar un análisis consistente con el fin de especificar si la exposición al riesgo afecta, o no, la salud de los empleados.

## **Antecedentes**

El simulador se diseñó con el fin de proporcionar, en un ambiente virtual, una práctica para el estudiante, por esta razón antes del diseño o desarrollo se indagó acerca de la existencia de diversas herramientas de riesgos laborales, para identificar cuál de era posible adecuar a las necesidades académicas del módulo. La mayoría de las herramientas permiten la identificación de peligros, pero no generan un conjunto de resultados entre identificación, evaluación,

valoración de riesgos y establecimiento de controles que le permitan al estudiante un proceso completo para su aprendizaje.

Las herramientas que se encontraron y analizaron fueron las siguientes:

**Ludus:** Presenta un sistema de simulación mediante realidad virtual para la formación y el entrenamiento de profesionales en industria y emergencia. Permite, de esta forma, simular situaciones de riesgo en un entorno seguro para facilitar el aprendizaje de los operarios y ayudar en la toma de decisiones.

La tecnología de realidad virtual permite a los operarios experimentar situaciones de riesgos en primera persona con una sensación alta de realidad, mejorando la percepción sobre la detección de riesgos y una mayor concienciación sobre las consecuencias de estos. Los sectores industriales que ofrecen Ludus son:

- Energía: Oil & Gas, eléctrico, eólico, etc.
- Transporte: automoción, aeronáutica, ferroviario, etc.
- Fabricación
- Packaging y Logística

El sistema permite la participación de un supervisor o jefe de prevención para que observe la simulación de manera sincrónica y la pueda mostrar a otros miembros de la planta. Además, ofrece una interacción en tiempo real para añadir nuevos riesgos provocar accidentes o dar indicaciones para ayudar al trabajador a identificar correctamente los riesgos.

- Las ventajas de Ludus son: Recreación de entornos realistas e inmersivos
- Entrenamientos de situaciones de riesgo de forma segura
- Tecnología de fácil manejo e implantación

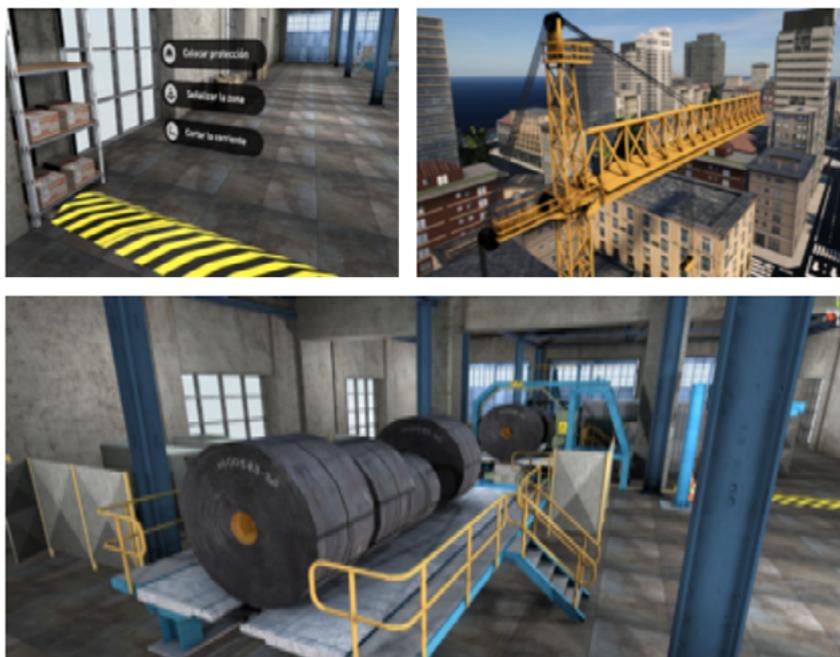


Figura 2. Interfaz del simulador SIQR.

Fuente: Captura de pantalla. Recuperadas de: <http://prevencionar.com/2012/08/08/descubre-la-forma-mas-efectiva-de-aprender-seguridad-y-prevencion-de-riesgos-laborales-siqr/>

**SIQR:** Cuenta con cuatro ejercicios enfocados en la prevención en el entorno industrial (trabajo en alturas, operaciones de carga, primeros auxilios: quemadura eléctrica y quemadura líquido). El simulador combina la eficiencia de la experiencia de la formación inmersiva (aprender haciendo) con un informe de evaluación simultáneo, registrando de manera individual los diferentes niveles de evolución de los cambios de comportamiento esperados.

Algunas características destacadas de SIQR son:

- Se maneja con teclado o mando Xbox.
- Acelera los resultados al experimentar en tiempo real las consecuencias.
- Evaluación individual del progreso del estudiante.
- Se orienta al cambio de comportamiento además del aprendizaje de los procedimientos
- Ambientes en 3D que mejoran la sensación de realismo.



Figura 2. Interfaz del simulador SIQR.

Fuente: Captura de pantalla. Recuperadas de: <http://prevencionar.com/2012/08/08/descubre-la-forma-mas-efectiva-de-aprender-seguridad-y-prevencion-de-riesgos-laborales-siqr/>

**Cazador de riesgos SURA:** Son juegos interactivos que le permitirán identificar riesgos en sus espacios de trabajo, tales como: construcción, hidrocarburos, metalmecánica, oficina, químicos, salud entre otros. El juego consiste en encontrar una situación relacionada con una pista, para lo cual se tienen tres oportunidades, sino se visualizará una nueva ventana emergente.



Figura 3. Interfase Cazador de Riesgos.

Fuente: Imágenes disponibles en <https://www.arsura.com/index.php/cazadores-de-riesgo-virtuales-2>

La indagación de cada herramienta demostró que son interesantes para el proceso de simulación para el estudiante, la mayoría se centran en accidentes de trabajo y como prevenirlos, que es muy importante para el entrenamiento en la prevención de riesgos. Sin embargo, unos de los propósitos principales del programa es que el profesional construya planes de gestión de la seguridad y salud laboral, entonces, la prevención de accidentes es una parte de la gestión del riesgo, y quedan otros puntos importantes que estas herramientas no cubren. Al no encontrar una herramienta adecuada se recurre a la elaboración de una estrategia que vaya desde la identificación hasta la propuesta de controles y sugerencias para implementar en la empresa, es decir, la elaboración de un plan para la gestión del riesgo.

## **Estrategia de aprendizaje**

Acorde con el resto de los simuladores de los otros riesgos (biológico, químico, de seguridad), para riesgo físico se pensó desde el aprendizaje situado porque emula situaciones reales. También se trabajó el aprendizaje basado en problemas. Barrows (1986) define al ABP como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”. A diferencia de los otros simuladores, el de riesgo físico presenta una situación problémica con una variación pedagógica interesante, porque quien define si allí hay un problema (si hay un riesgo presente o no) es el estudiante. Se le presenta un espacio en unas condiciones determinadas, no se dice si son buenas o malas, el estudiante toma las medidas y a partir de ellas debe tomar la decisión de asumirlas como un riesgo o no. De igual manera, no todas las condiciones dadas pueden implicar un riesgo, esto profundiza el análisis por parte del estudiante, es decir, debe tener muy claros los conceptos teóricos para proceder adecuadamente en la simulación, de lo contrario, sus resultados pueden ser erróneos.

Por supuesto, como parte del aprendizaje por proyectos, se tiene un trabajo colaborativo donde los estudiantes trabajan en equipos de la siguiente manera: de las cinco empresas que contiene el simulador asigna dos de ellas para el trabajo, de tal forma que deben hacer todo el proceso en dos organizaciones diferentes. Para cada una de ellas se cuenta con ocho áreas de trabajo, el estudiante selecciona una de ellas y hace las mediciones de luz, ruido, vibración, temperatura y radiación. De acuerdo con los resultados debe establecer si para esa área hay la presencia de un riesgo según lo establecido en la normativa, de

ser así, empieza el proceso de análisis, evaluación según la GTC, interpretación y sugiere los posibles controles, además da las sugerencias para implementar en la empresa.

Para lograr una variación en las mediciones la programación se diseña con diversos rangos para los estudiantes, lo que ocasiona que en una empresa para la misma área las mediciones sean diferentes y por lo tanto puede que para un equipo exista factor de riesgo y para el otro no. Cuando el estudiante toma las medidas, califica el peligro y si es un riesgo lo evalúa, construye las matrices y lo interpreta, para finalizar proponiendo los controles, como cada empresa tiene ocho áreas y cubre toda la compañía se hace el análisis de todas las áreas.

Después de la simulación el estudiante se reúne con su equipo convalidan y consolidan la información y elaboran su proyecto final para entregar al tutor, quien retroalimenta.

## **Modelo para la simulación**

Gutiérrez (2011) define el factor de riesgo físico como las “condiciones ambientales de naturaleza física considerando esta como la energía que se desplaza en el medio, que cuando entren en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre la salud dependiendo de su intensidad, exposición y concentración de estos. La Universidad del Valle (2005) complementa la definición denominando las condiciones ambientales que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos, tales como: presión atmosférica, ruido, iluminación, radiación ionizante, radiación no ionizante, temperatura elevada y vibración.

La GTC- 45 clasifica los peligros de la siguiente manera:

- Ruido como el impacto intermitente y continuo.
- Iluminación luz visible por exceso o deficiencia.
- Vibración (cuerpo entero o segmentos).
- Temperaturas extremas (calor y frío).
- Presión atmosférica (normal y ajustada).
- Radiaciones ionizantes (rayos x, gama, beta, alfa).

Es importante aclarar que el riesgo de presión atmosférica no se tuvo en cuenta para este simulador por la complejidad que constituía para la programación.

Manual del Comité Paritario de Salud Ocupacional – MCP SO (2007) y la Guía Técnica para el Análisis de Exposición a Factores de Riesgo Ocupacional - GTAEFRO (2011) del Ministerio de la protección social define cada riesgo de la siguiente manera:

- Ruido: cualquier sonido molesto, desagradable o no deseado para el oído humano. Compuesto por la combinación no armónica de sonidos. GTAEFRO (2011).
- Iluminación: es considerado un factor de riesgo que condiciona la calidad de vida teniendo en cuenta que la visión es el proceso por medio del cual se transforma la energía luminosa en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones. GTAEFRO (2011)
- Vibraciones: Es toda oscilación continua percibida por las personas como una sensación de movimiento, proviene de diferentes fuentes a la vez. Las vibraciones se clasifican según la parte del cuerpo que afectan en vibración global que afectan todo el cuerpo y, vibraciones locales o segmentarias que afectan principalmente manos y brazos. GTAEFRO (2011)
- Temperaturas: Se encuentran en todos los ambientes que están por encima (calor) o por debajo (frío) de las condiciones ambientales permitidas para el desarrollo de las labores encomendadas al trabajador. MCP SO (2007)
- Radiaciones: La radiación es energía transmitida en forma de ondas o de partículas energéticas. MCP SO (2007). Hay radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes (de menor longitud de onda, por ende, menos nocivas para el organismo).

Para la identificación de peligros físicos, evaluación y valoración de riesgos existen diferentes metodologías, cada una de ellas tiene sus ventajas, a continuación, se presentan las tres metodologías más usadas y se argumentarán los motivos por los cuales se eligió la que mejor se adapta a las necesidades del proceso de aprendizaje.

- Metodología del Instituto Nacional del Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Este método funciona para INSHT de España y parte de una clasificación de las actividades laborales, desarrollando a posteriori toda la información necesaria relacionada con cada actividad. Partiendo de esa base, se procede al análisis de las variables, identificando los peligros, estimando los

riesgos y valorándolos para determinar si son o no tolerables. De forma muy resumida, el proceso sería el siguiente: clasificar los procesos, actividades y tareas, identificar los peligros, estimar y valorar el riesgo, y elaborar el plan de acción para establecer controles. (Navarro, 2016)

- Método FINE: propuesto por el matemático William T. Fine (1971) para la evaluación de riesgos, se fundamenta en el cálculo del grado de peligrosidad, cuya fórmula es:

Grado de peligrosidad=Consecuencias x Exposición x Probabilidad.

Como puede observarse, se obtiene una evaluación numérica considerando tres factores: las consecuencias de un posible accidente debido al riesgo, la exposición a la causa básica y la probabilidad de que ocurra la secuencia del accidente y las consecuencias de este. Las consecuencias son los resultados más probables de un accidente debido al riesgo que se considera, incluyendo desgracias personales y daños materiales. La exposición es la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciara la secuencia del accidente. (Ribeiro, 2002, p.1)

- Guía Técnica Colombiana GTC 45. La valoración de los riesgos es la base para la gestión proactiva de S y SO, liderada por la alta dirección como parte de la gestión integral del riesgo, con la participación y compromiso de todos los niveles de la organización y otras partes interesadas. Independientemente de la complejidad de la valoración de los riesgos, ésta debería ser un proceso sistemático que garantice el cumplimiento de su propósito. (ICONTEC, 2012, p.4)

Para realizar una correcta identificación de los peligros, evaluación y valoración de los riesgos presentes en una organización, es necesario seguir las pautas estipuladas por la Guía Técnica Colombiana GTC 45 del año 2012. Esta guía se basa en un formato compuesto por una serie de pasos, que pueden ser resumidos en cuatro fases: clasificación de los procesos, actividades y tareas, identificación de los peligros, evaluación y valoración de los riesgos y, por último, un plan de acción para el control de los riesgos.

La metodología propuesta en la GTC – 45 fue la que se adoptó para el simulador, por ser la más completa, ya que no solo presenta una clasificación de los peligros, si no que permite evaluarlos y valorarlos de forma cualitativa y cuantitativa, permitiendo establecer medidas de intervención. Según la guía los pasos que se deben seguir para la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos son:

**1. Clasificación de los procesos, actividades y tareas.** Un trabajo preliminar indispensable para la evaluación de riesgos es preparar una lista de actividades de trabajo, agruparlas de manera racional y manejable y reunir la información necesaria sobre ellas. Es vital incluir tareas no rutinarias de mantenimiento, al igual que el trabajo diario o tareas rutinarias de producción. (ICONTEC, 2012, p.9)

Para obtener la información necesaria se creó un gerente o director general dependiendo de la empresa que presenta cada una de las áreas, los colaboradores y las condiciones de estos en el escenario. Brinda la información necesaria para comprender los procesos y actividades de los colaboradores.

**2. Identificación de los peligros.** Tiene relación con la clasificación de los procesos de trabajo, y de cada una de las actividades y tareas que lo componen, con el objetivo de obtener un mayor alcance en la determinación de los peligros presentes en el área laboral; de igual manera, conocer las respectivas medidas de control (fuente, medio e individuo) que se están aplicando, para reducir el riesgo asociado a cada peligro y establecer los efectos posibles sobre la salud de los empleados. (ICONTEC, 2012)

Para cada uno de los riesgos físicos el simulador cuenta con un aparato de medida. El sonómetro mide la cantidad de ruido en un área determinada, sin embargo, el simulador se diseñó para que dependiendo de la cantidad de personas que hay en ese lugar se adiciona ruido, medio decibel por persona que trabaja en el área y se le suma a la medida porque puede existir un espacio que cuando no hay personas no tenga problemas de ruido, pero al llenar su capacidad el ruido puede variar y constituirse en un riesgo. Asimismo, sucede con la temperatura, entre más personas estén confinadas en un área aumentará su medida.

Una de las mayores dificultades fue determinar aquellos máximos y mínimos porque estos varían de acuerdo con la normatividad de los países. Por lo tanto, se tuvo en cuenta para el desarrollo del proyecto las recomendaciones dadas por la GTC – 45 (2012) que se evidencian en la tabla 2.

Tabla 2. Estimaciones de los límites de los riesgos físicos según la GTC-45

	<b>RUIDO</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>	<b>VIBRACIONES</b>	<b>TEMPERATURAS</b>	<b>RADIACIONES</b>	<b>RADIACIONES NO IONIZANTES</b>
<b>MUY ALTO</b>	No escuchar una conversación a una intensidad normal a una distancia menos de 50 cm	<i>Ausencia de luz natural o artificial.</i>	<i>Percibir notoriamente vibraciones en el puesto de trabajo.</i>	<i>Percepción subjetiva de calor o frío en forma inmediata en el sitio.</i>	<i>Exposición frecuente (una o más veces por jornada o turno).</i>	<i>Ocho horas (8) o más de exposición por jornada o turno.</i>
<b>ALTO</b>	Escuchar la conversación a una intensidad normal a una distancia de 1 m.	<i>Deficiencia de luz natural o artificial con sombras evidentes y dificultad para leer.</i>	<i>Percibir sensiblemente vibraciones en el puesto de trabajo.</i>	<i>Percepción subjetiva de calor o frío luego de permanecer 5 minutos en el sitio.</i>	<i>Exposición regular (una o más veces en la semana).</i>	<i>Entre seis (6) horas y ocho (8) horas por jornada o turno.</i>
<b>MEDIO</b>	Escuchar la conversación a una intensidad normal a una distancia de 2 m.	<i>Percepción de algunas sombras al ejecutar una actividad</i>	<i>Percibir moderadamente vibraciones en el puesto de trabajo.</i>	<i>Percepción de algún disconfort con la temperatura luego de permanecer 15 minutos.</i>	<i>Ocasionalmente y/o vecindad.</i>	<i>Entre dos (2) y seis (6) horas por jornada o turno.</i>
<b>BAJO</b>	No hay dificultad para escuchar una conversación a una intensidad normal a más de 2 m.	<i>Ausencia de sombras.</i>	<i>Existencia de vibraciones que no son percibidas.</i>	<i>Sensación de confort térmico.</i>	<i>Eara vez, casi nunca sucede la exposición.</i>	<i>Menos de dos (2) horas por jornada o turno.</i>

Fuente: Creación propia, Basado en la GTC – 45 (2012)

Los aparatos de medida están programados para que de acuerdo con el caso estas mediciones varíen, por ejemplo, si encontramos un cuarto de máquinas, de confluencia de persona las medidas son más altas, de igual manera, en un almacén las mediciones son bajas. Así funciona para todos los riesgos según el caso o empresa. No son medidas exactas, sino que tienen un rango para que puedan generarse diferentes valores que superen los máximos establecidos.

Tales rangos para el ruido dependen de la Resolución 1792 de 1990, la cual establece que en ningún lugar de trabajo podrán presentarse niveles de ruido superiores a 85 decibeles durante una jornada de ocho horas diarias.

Tabla 3. Límites de ruido según la normatividad colombiana.

<b>TIEMPO DE EXPOSICIÓN</b>	<b>DECIBELES PERMITIDOS</b>
ocho (8) horas	85 dBA
cuatro (4) horas	90 dBA
dos (2) horas	95 dBA
una (1) hora	100 dBA
media (1/2) hora	105 dBA
un cuarto (1/4) de hora	110 dBA
un octavo (1/8) de hora	115 dBA

Fuente: Creación propia, tomado de Resolución 1792 de 1990

Para la iluminación la Resolución 2400 de 1.979 establece que la luz ideal en un área debe ser 300Lx, sin embargo, dependiendo de la actividad y para largos periodos de tiempo se recomienda de 500 a 1.000 Lux. De igual manera, la resolución determina los diferentes tipos de iluminación y la cantidad de luxes que requieren.

Para temperaturas la Resolución 2400 de 1.979 establece que la temperatura ideal de un lugar debe ser 18°C. Explica además todos los límites dependiendo de las diferentes circunstancias para frío o calor extremo.

Para vibraciones, el efecto depende de su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición. Para radiaciones depende si estas son ionizantes o no ionizantes. Para Colombia se adoptan los valores de la ACGIH de Estados Unidos, de acuerdo con la Resolución 2400 de 1.979.

Con las mediciones el estudiante establece si la medida supera los límites permitidos y decide si es un riesgo y procede a la evaluación.

**3. Evaluación y valoración de los riesgos.** Incluye la determinación del nivel de riesgo y su aceptabilidad dentro de la empresa. La evaluación de los riesgos es un proceso sistemático que se realiza para conocer el nivel de riesgo (NR) que presenta un peligro, el cual se obtiene del producto entre el Nivel de Probabilidad (NP), es decir, qué tan posible es que ocurran eventos específicos (accidentes) y el nivel de consecuencia (NC), reflejado en los daños personales.

Se representa de la siguiente manera:  $NR = NP \times NC$

Para determinar el NP se requiere conocer el nivel de deficiencia (ND) y el nivel de exposición (NE). El nivel de deficiencia (ND), se define como la magnitud de la relación esperable entre el conjunto de peligros detectados y su relación casual directa con posibles incidentes y con la eficacia de las medidas preventivas en un lugar de trabajo. (ICONTEC, 2012, p.3). Por su parte, el nivel de exposición N.E. lo define ICONTEC (2012) “como la situación de exposición a un peligro que se presenta en un tiempo determinado durante la jornada laboral”. Conociendo el nivel de deficiencia (ND) y el nivel de exposición (NE), se calcula el valor del nivel de probabilidad (NP)

$$\mathbf{NP= ND \times NE.}$$

Para interpretar el valor de NP, se revisa en la guía el significado del valor correspondiente.

Se realiza el cálculo del nivel de consecuencia (NC). Conociendo el nivel de probabilidad (NP) y el nivel de consecuencia (NC), se determinará el nivel de riesgo (NR), una vez determinado el resultado se interpreta. El significado de cada intervalo de nivel de riesgo proporciona información importante para establecer un plan de acción para controlar dicho riesgo.

El simulador está programado para que el estudiante ingrese la información y le realice los cálculos necesarios para llegar a determinar si hay un riesgo eminente o no, si es un riesgo aceptable o debe ser intervenido.

**4. Aceptabilidad del riesgo.** Para conocer si el riesgo es aceptable la organización debe tener en cuenta el nivel de riesgo identificado. Para esto, se establecen criterios que permiten calificar si un riesgo es aceptable o no, teniendo en cuenta la legislación vigente. Además, para determinar si un riesgo es aceptable o no, se debería tener en cuenta el número de personas expuestas al riesgo, así como la exposición a otros peligros que puedan aumentar o disminuir el nivel de riesgo en una situación particular. (ICONTEC, 2012)

El simulador le genera al estudiante la Matriz de Priorización de Riesgos con el fin de que pueda ver cuáles son las áreas que debe intervenir con más celeridad. Y le ofrece los colores similares a un semáforo como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4. Aceptabilidad del riesgo y las acciones para el estudiante.

COLOR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	¿QUÉ DEBE HACER EL ESTUDIANTE?
Rojo	No aceptable	Debe realizar urgente un plan de intervención que mitigue el riesgo o preferiblemente lo elimine.
Amarillo	Aceptable con control específico	Debe proponer un control específico para que la situación no se vuelva un riesgo.
Verde	Mejorable	Debe sugerir mejoras que faciliten la gestión o aumenten la seguridad en el colaborador.

Fuente: Elaboración propia.

**5. Plan de acción para el control de riesgos.** De acuerdo con el nivel del riesgo conocido y la aceptabilidad, la empresa deberá programar actividades de intervención de los riesgos identificados de acuerdo con la urgencia de implementación y orden de prioridad, para el mejoramiento de las medidas de control existentes.

Con esa información el estudiante propone los controles que pueden ser por eliminación, sustitución, de ingeniería, administrativos y equipos de protección personal. Esta opción se deja a libertad del estudiante, de sus criterios y decisiones, por tal razón, debe proponer y argumentar cada uno de los controles, aquí se pretende que el estudiante aplique su creatividad según su análisis del caso.

**6. Medidas de intervención.** Al definir estas medidas, es necesario implementar controles que eviten que se presente la peor consecuencia al estar expuesto al riesgo. ICONTEC (2012).

Este punto se desarrolla de forma colaborativa fuera del simulador, el equipo debe complementar el análisis con sugerencias y recomendaciones, de igual manera, el equipo debe replantearse los controles y su efectividad para la situación dada. Es el complemento al informe que les da el simulador, al cual deben adjuntarle sus resultados finales con sus respectivas recomendaciones.

## Desarrollo de la experiencia de aprendizaje

Una vez identificada la necesidad que existe en la modalidad virtual de ubicar en un contexto real al estudiante con lo que será su desempeño en el ámbito laboral, al estar expuesto a diferentes peligros físicos. Se continuó con el trabajo que se hizo en todos los riesgos laborales de identificar cuáles eran los factores fundamentales como tipos de empresas que presentan estos peligros, pero con una exposición diferente y que por lo tanto requieren controles diferentes.

Se mantuvo la estrategia, sin embargo, la herramienta se diseñó desde una perspectiva diferente. Para cada empresa se diseñaron planos de las instalaciones que permiten que el alumno identifique cada zona o proceso donde se presentan peligros físicos, facilitando establecer controles para cada uno de ellos.

Definidos los aspectos anteriores, se inició con la identificación de los escenarios o tipos de empresas que cumplieran con las características más relevantes en cuanto a la presencia de peligros físicos, haciendo evidente el riesgo al que se estaría expuesto facilitando su identificación mediante el uso de instrumentos de medición como: sonómetro, vibrómetro, dosímetro, termómetro y luxómetro.

Posteriormente, se realizó la creación de cinco empresas (laboratorio, servicios generales, manufactura, pozo petrolero y oficina) en las que se encuentra inmerso el riesgo físico y otros riesgos con el fin de hacer que la experiencia sea lo más real posible, se dio información general del tipo de empresa con su actividad económica, cantidad de empleados y ubicación. Creadas las empresas, se procedió a definir los tipos de peligros físicos que estarían presentes en cada una, así como los niveles de exposición a cada riesgo considerando la actividad económica y el área de trabajo objeto de estudio, en este aspecto, se trabajaron los rangos de medida para que cada equipo de estudiantes tuviera una simulación diferente.

Para un aprendizaje más interactivo y didáctico se crearon unos personajes estilo avatar con características fisiológicas y psicológicas, cuya función es desempeñar el papel de un trabajador dentro de la empresa, contribuyendo en la generación de la información que debe tener el evaluador para hacer su análisis en cada área de trabajo y un personaje llamado "Bernard" quien será el guía o personaje de ayuda en todo el proceso de simulación.

Finalmente, se elaboraron los guiones en los que se describen las situaciones a las que se verá enfrentado el estudiante en la identificación de los peligros físicos, su evaluación y valoración, concluyendo con los controles que él como

profesional recomendaría para mitigar el riesgo. Asimismo, se construyó la guía metodológica y los tutoriales de manejo donde se dan las instrucciones para el manejo del simulador y las actividades a realizar por parte del estudiante.

Con los guiones se procedió al diseño de interfaces o mockups, la programación de los escenarios 3D y la interacción con los aparatos de medida. Se crearon más de cuarenta ambientes que recrean cada una de las diferentes áreas de las empresas.

## **Resultados obtenidos**

El resultado de este proyecto es un simulador de cinco empresas asociadas a la presencia de peligros físicos. De manera aleatoria, se elige un tipo de empresa donde el estudiante debe realizar el análisis de los riesgos presentes. El simulador le permite al estudiante obtener un informe que debe complementar para hacer su entrega al tutor, donde plasme los resultados del análisis, demostrando su capacidad en la priorización de riesgos y establecimiento de medidas de intervención, así como su desempeño en el trabajo en equipo.

Dentro de la experiencia tutorial, los autores afirman que el hecho de realizar un simulador contribuyó en encontrar otras herramientas para abordar las tutorías, sirve para visualizar el módulo de una forma más práctica e interactiva, donde el estudiante se responsabiliza más de su proceso académico.

La planeación de un simulador desde una perspectiva académica permite la implementación de diversos proyectos de innovación educativa porque le permite al estudiante evidenciar la adquisición de las competencias, también lo impulsa a comprometerse más con su aprendizaje.

## **Conclusiones**

El desarrollo del simulador permitió crear una herramienta para que el estudiante pueda poner en práctica el aprendizaje del módulo en cuanto a la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos, y en base a esto pueda tomar decisiones que minimicen las consecuencias mediante la elaboración de planes de acción enfocados al control de los riesgos.

El objetivo de la herramienta es obtener un informe de los riesgos físicos que

requieren de atención inmediata y sus respectivos controles, de acuerdo con una evaluación y valoración hecha previamente, siguiendo la metodología establecida en la Guía Técnica Colombiana GTC 45 de 2012, teniendo en cuenta los escenarios de empresas presentados, logrando que el estudiante aprenda a que en dos empresas se pueden presentar los mismos peligros físicos pero que su nivel de exposición, consecuencia o probabilidad dependerán del ambiente y de los controles previamente establecidos por la misma.

## Bibliografía o referencias

- Barrows H.S. (1986) A Taxonomy of problem-based learning methods, *Medical Education*, 20: 481-486. En: Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13 (1), 145-157. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29901314>
- Cazador de riesgos, (s.f). Recuperado de <https://www.arlsura.com/index.php/cazadores-de-riesgo-virtuales-2>
- Colombia. Ministerio del trabajo y Ministerio de la Seguridad Social. (22 de mayo de 1979). Por la cual se establecen disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. [Resolución 1792 de 1990].
- Colombia. Ministerio del trabajo, Ministerio de la Seguridad Social, Ministerio de Salud. (3 de marzo de 1990). Por la cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido. [Resolución 2400 de 1979].
- Gutiérrez A. (2011) Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional para el proceso de evaluación en la calificación de origen de enfermedad. Ministerio de Protección Social Colombia. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación- ICONTEC, (2012), Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. GTC 45. Bogotá: Icontec, 2012. Recuperado en: <http://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>
- Ludus, (s.f). Ludus. Recuperado de <http://www.ludus-vr.com/areas/industria/>
- Mapfre. (2012). Simulador para la formación en prevención de riesgos. Belt. Recuperado de [http://www.belt.es/noticiasmdb/HOME2\\_notaprensa.asp?id=8959](http://www.belt.es/noticiasmdb/HOME2_notaprensa.asp?id=8959)
- Ministerio de la Protección Social (2007) Manual del Comité Paritario de Salud Ocupacional. Dirección General de Riesgos Profesionales, Bogotá. Recuperado de: <http://fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/Publicaciones/Manuales/1-Libro-Copaso.pdf>
- Navarro, F. (2016). Método de evaluación general del riesgo del INSHT. Recuperado de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/metodo-de-evaluacion-general-de-riesgos-del-insht/>

Prevencionar.com, (s.f). Formación en seguridad a través de simuladores en 3D. Recuperado de <http://prevencionar.com/2012/08/08/descubre-la-forma-mas-efectiva-de-aprender-seguridad-y-prevencion-de-riesgos-laborales-siqur/>

Ribeiro, V. (2002). Método Fine. Recuperado de [http://www.campusprevencionisl.cl/contenido/simuladores/ descargables/metodo\\_fine.pdf](http://www.campusprevencionisl.cl/contenido/simuladores/ descargables/metodo_fine.pdf)

