



# CONTART

## LA NARRATIVA EN EXPERIENCIAS DE REALIDAD MIXTA PARA DESARROLLAR CULTURA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN CONSTRUCCIÓN

**Muñoz La Rivera F.<sup>1</sup>, Mora Serrano J.<sup>1</sup>, Delgado Alarcon C.<sup>2</sup>, Jofré Briceño C.<sup>2</sup>, Vera Reyes R.<sup>2</sup>, Núñez Ramírez T.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> CIMNE, Barcelona, España

<sup>2</sup> Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile

**PALABRAS CLAVE:** Prevención De Riesgos Laborales (PRL), Realidad Mixta (RV), Narrativas, Storyliving

### RESUMEN

---

La creciente digitalización en la construcción, especialmente impulsada a través del Modelado de información de construcción (*Building Information Modeling*, BIM) pero que también incluye monitorización, visión por computador y virtualización, entre otras, conduce a la reflexión y renovación de los procesos para la prevención de riesgos laborales (PRL). La tríada Tecnología-Procesos-Personas permite anticipar y diseñar de forma holística esta transformación digital que se viene produciendo en la industria.

Como ejemplo, se está intensificando la trazabilidad de las actividades cotidianas para el estudio de nuevos procedimientos encaminados a erradicar los accidentes. Se busca optimizar procesos, como las trayectorias de vehículos y personas, el horario previsto para ciertas tareas simultáneas, con el fin de evitar la probabilidad de colisión entre maquinaria y trabajadores. A pesar de ello, en los últimos años el índice de incidencia de siniestros no solo no experimenta mejora, sino que muestra un cierto repunte, ya sea porque estas innovaciones no se están desplegando debidamente, porque se requiera de mayor madurez tecnológica o por no atender debidamente el comportamiento humano, clave en los índices de accidentabilidad.

Así, más allá de la tecnología, es crucial el desarrollo de una cultura de prevención. En particular, el uso de la realidad mixta se plantea como un canal que permite al trabajador interiorizar la prevención como pilar fundamental no solo para su supervivencia, sino también para su calidad de vida sin secuelas debidas a accidentes o a malos hábitos laborales. La realidad virtual y aumentada permite situar al usuario en una gran variedad de escenarios y circunstancias peligrosas, prácticamente ilimitada, tales como laderas deslizantes, maquinaria descontrolada o clima adverso, de acuerdo con el tipo de obra y criterio del experto prevencionista. Existe aún un paso más allá del realismo de los escenarios virtuales: el mensaje a transmitir. Con estas experiencias se puede facilitar la transferencia de conocimiento entre trabajadores, por ejemplo, entre un minero a punto de jubilarse que relata su angustia ante una caída desde una gran altura y un joven que termina de incorporarse y que solo conoce peligros desde la teoría.



# CONTART

Este enfoque permite estudiar el rol de las emociones y factores culturales como determinantes del comportamiento de las personas. El uso de la narrativa (*storytelling*) como medio bien conocido del cine y teatro para transmitir sentimientos a las audiencias, puede ayudar a profundizar en la concienciación de los usuarios que están experimentando los contenidos en primera persona (*storyliving*) y que tengan un significado emocional más allá del contenido teórico sobre los protocolos PRL.

Disminuir el índice de accidentabilidad implica aprender a identificar los riesgos, saber valorarlos en su gravedad y estar capacitados para reaccionar ante ellos para erradicarlos o, cuando menos, para minimizar su probabilidad de ocurrencia. El objetivo es pasar de un sistema preventivo que descansa sobre todo en la legislación y supervisión a otro basado en la cultura, evolucionar de sistemas de vigilancia al desarrollo de narrativas convincentes, donde el factor humano ocupa un lugar central.

## INTRODUCCIÓN

---

La industria de la Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones (Industria AECO) está viviendo un relevante proceso de digitalización e incorporando cambios metodológicos a sus flujos y dinámicas tradicionales de trabajo. El uso cada vez más masivo del Lean Construction (LC) entrega un enfoque de construcción sin pérdidas y mejora continua, junto con el Building Information Modeling (BIM) y sus propuestas de modelado y coordinación integral de los proyectos, sumado al uso de tecnologías emergentes que impulsan el sector e imponen nuevos desafíos [1]. Uno de estos desafíos se asocia a la prevención de riesgos laborales en construcción, con motivo de disminuir las altas cifras de accidentes y revertir la tendencia dada por los antecedentes negativos al respecto [2].

La PRL en construcción ha estado asociada a la implementación de medidas de seguridad, principalmente de elementos de protección individual (EPIs) y colectiva (EPCs) en zonas peligrosas, y a la formación de los equipos de trabajo. Estas actividades de capacitación tradicionalmente han estado vinculadas a la ejecución de clases teóricas y manuales con recomendaciones, donde el trabajador mantiene un rol pasivo y no logra aprendizajes significativos para una cultura de prevención real [3]. Existen iniciativas que incorporan tecnologías para abordar estos temas. La formación asistida por ordenador, e-learning, big data, drones, internet de las cosas (IoT), tecnologías de la Información y comunicación (TIC) y tecnologías asistidas por computadora (CAT) proponen iniciativas tecnológicas para la mejora de la comunicación en obra, predicciones y monitoreo en tiempo real de las acciones riesgosas. En este sentido, la realidad virtual, aumentada y mixta han tomado relevancia como herramientas para la formación y capacitación en prevención de riesgos, permitiendo situar al usuario en una gran variedad de escenarios e instancias peligrosas de acuerdo con el tipo de obra y criterio del experto en prevención a cargo de la construcción [4].

A pesar de las nuevas herramientas, y más allá de la tecnología, es relevante el desarrollo de una cultura de PRL [5]. En este contexto, el uso de realidad mixta para la capacitación en PRL ha mostrado ventajas respecto a los métodos tradicionales de formación. Sin embargo, tal y como ha ocurrido en otras ocasiones como con el uso de contenidos multimedia, el simple uso de nuevos dispositivos puede generar experiencias interesantes como curiosidad tecnológica, pero de corto recorrido una vez superada la novedad inicial. Es por ello que se hace necesario profundizar aún más en el fin de



# CONTART

la innovación propuesta e incorporar elementos para que los contenidos enseñados logren una efectiva cultura de prevención en los trabajadores de la industria de la construcción. En particular, una vez interiorizadas las ventajas de la realidad mixta (inmersión e interacción en primera persona en escenarios hiperrealistas), es preciso alejarse del encantamiento tecnológico para recuperar el fin de la experiencia: el mensaje a transmitir. Bajo este enfoque, el uso de la narrativa (storytelling) permite estudiar el rol de las emociones y factores culturales como determinantes del comportamiento de las personas, y como medio bien conocido del cine y teatro para transmitir sentimientos a las audiencias, de forma que ayuda a profundizar en la concienciación de los usuarios que están experimentando los contenidos como protagonistas y responsables del desenlace de la historia, y que tengan así un significado emocional propio más allá del contenido teórico sobre los protocolos de PRL [6].

Esta investigación muestra un flujo de trabajo para enlazar la realidad mixta con el storytelling, de manera de generar contenidos de formación en PRL que logren formar una cultura real de prevención. Con esto, se busca pasar de un sistema preventivo sostenido en base a la legislación y supervisión, a otro basado en el desarrollo de una cultura de la prevención para todos y cada uno de los trabajadores, y evolucionar de sistemas de vigilancia por terceros al desarrollo de narrativas convincentes, donde el factor humano ocupa un lugar central.

## DESARROLLO

---

### METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación estudia y plantea la incorporación del *Storytelling* como elemento potenciador de las herramientas de realidad mixta (RM) para lograr mayor efectividad en la formación en PRL. La metodología de investigación se estructura en tres etapas, tal como muestra la Figura 1: (1) Análisis de la formación en PRL en construcción, (2) *Storytelling*, y (3) Flujo de trabajo *Storytelling* - Realidad Mixta para formación en PRL en construcción. En la primera, mediante una revisión de literatura en base a repositorios Web of Science, Scopus y reportes técnicos, se estudian los métodos tradicionales de la formación en PRL en construcción, junto con las características de innovadoras herramientas para la formación y concienciación en PRL, con enfoque en las ventajas que la Realidad Mixta ha aportado a estos aspectos. En la segunda etapa, con base una revisión de literatura en los repositorios ya citados, se identifican los aspectos relevantes del *Storytelling* como herramienta para generar aprendizajes significativos. Finalmente, en la tercera etapa, se plantea un Flujo de trabajo detallado para incorporar *Storytelling* a las herramientas de realidad mixta para formación en PRL en construcción y se ejemplifica con un caso práctico, que se valida por un panel de expertos en RV, RA, RM y BIM para PRL.

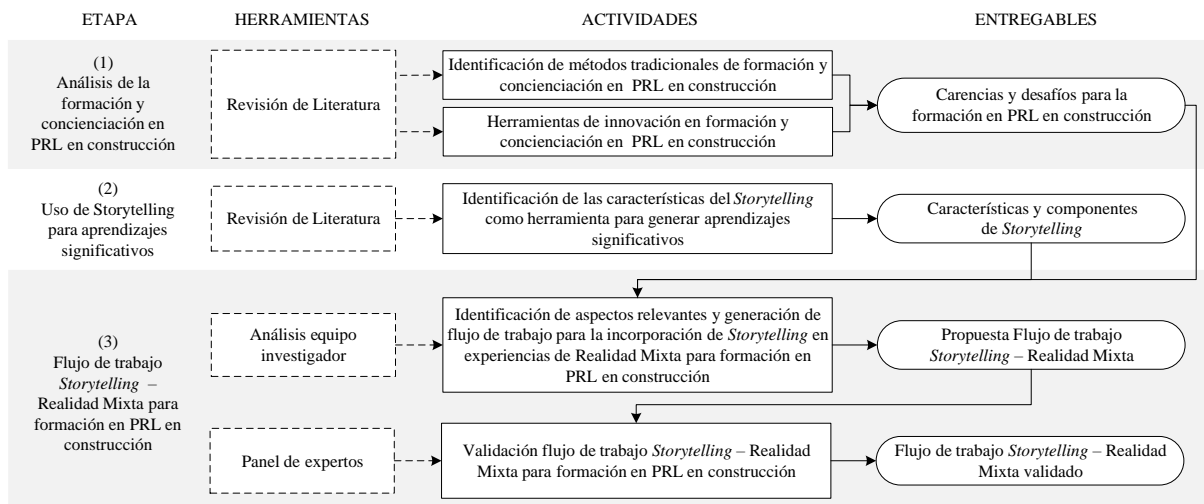


Figura 1. Metodología de investigación

## RIESGOS LABORALES E INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Los lugares de construcción son entornos complejos de trabajo, debido a tratarse de entornos de naturaleza forzosamente cambiante cada día, por la multiplicidad de tareas, roles y especialidades, la interacción con grandes maquinarias y manipulación de equipos peligrosos, junto a los contextos propios de los trabajos desarrollados [7]. Por ello, las obras de construcción están propensas a una amplia variedad de incidentes laborales, presentando altas tasa de accidentes, que apenas han disminuido en las últimas décadas y que incluso están experimentando cierto repunte [8]. Estos riesgos laborales, asociados a la posibilidad de que un trabajador sufra una enfermedad o un accidente relacionado con el trabajo [9], han sido materia de estudio por la disciplina de PRL que fomenta la seguridad y salud de los trabajadores, a través de la identificación, evaluación y control de peligros y riesgos de un entorno laboral [10].

El sector de la construcción a nivel mundial sostiene una alta tasa de accidentes laborales, enfrentándose a altos niveles de riesgo y grandes retos de seguridad. Los trabajadores tienden a tener una mayor probabilidad de sufrir un accidente en el lugar de trabajo producto de sobreesfuerzo físico, caídas y tropezones, choques o golpes contra objetos en movimiento, contacto con materiales cortantes, o atropellos por maquinaria de obra. Por otro lado, las causantes de los accidentes laborales mortales se relacionan con infartos y derrames cerebrales, accidentes de tráfico, atrapamiento y amputaciones, choque contra objetos en movimiento, o como resultado de una caída [11]. Además, los factores de riesgo más importantes que influyen en el desempeño de la seguridad en la industria de la construcción se asocian al trabajo y organización deficiente de las obras, falta de coordinación, presión económica y de tiempo, mala comunicación, escasa participación de los trabajadores en materia de seguridad, cambios constantes del lugar de trabajo, capacitación inadecuada, escasa conciencia de la seguridad, y mala selección, uso e inspección de los equipos [3].

Tal como indica [2], y como se muestra en la Figura 2, la prevención de accidentes en construcción se puede abordar desde distintas perspectivas temporales, respondiendo con ello a diferentes

consecuencias que pueden ser evitadas. En este sentido, la base de la PRL se inicia a nivel de políticas organizacionales, de formación y entrenamiento, nivel donde se busca lograr la concienciación para la prevención y mejorar el comportamiento de los trabajadores para evitar situaciones de riesgo.



Figura 2. Período crítico para la prevención y respuesta a accidentes en construcción [2]

Posteriormente, sistemas de advertencias-alertas en tiempo real y en el sitio de ejecución del trabajo, buscan prevenir (ya en una situación de riesgo) accidentes o la muerte. En este contexto, la formación y el entrenamiento es clave para formar a los trabajadores, evitar acciones y situaciones de riesgo, de forma de no alcanzar los puntos de alertas en tiempo real, toda vez que el trabajador ya ha tomado conciencia del comportamiento de prevención. Si bien la seguridad laboral es un tema ya consolidado, las políticas y normativas enfocadas exclusivamente a la PRL han sido desarrolladas en los últimos años. La adopción de PRL y políticas asociadas se han convertido en un factor esencial en las empresas, ya que buscan garantizar la salud de los trabajadores para mitigar y prevenir potenciales riesgos de accidentes. Estas señalan distintos niveles de participación y actuación que deben adoptar las empresas, junto con las obligaciones que deben cumplir.

La formación tradicional en PRL incluye lecciones presenciales de clases teóricas, manuales y temarios digitales, donde el trabajador tiene un rol pasivo y los aprendizajes son verificados mediante cuestionarios finales ineficientes. Estudios demuestran que el nivel de retención de información disminuye de forma logarítmica con el paso del tiempo, por lo que es importante utilizar instrumentos para generar aprendizajes duraderos. Los métodos tradicionales se limitan a cumplir con las normas asociadas a prevención, sin intención de tomar medidas de formación que conlleven a aprendizajes significativos, para los cuales se requieren experiencias reales, no solo actividades teóricas [6].

### INNOVACIONES EN FORMACIÓN Y CONCIENCIACIÓN EN PRL EN CONSTRUCCIÓN

La industria AECO se encuentra en un proceso de renovación, incorporando metodologías y tecnologías de colaboración, integración y mejora de los procesos, para optimizar los flujos de trabajo donde tradicionalmente han prevalecido sistemas semi-artesanales, con altas variabilidades e incertidumbres [1]. Metodologías como el Lean Construction con un enfoque de mejora continua y producción sin pérdidas, y el BIM con la integración y coordinación de todos los agentes del proyecto en base a modelos paramétricos interconectados a diferentes niveles de desarrollo y según dimensiones temáticas, están dando dinamismo a la industria y proyectando nuevos desafíos hacia



# CONTART

una producción más eficiente y tecnológica, con un enfoque importante que puede ser catalizador de una renovación y mejora de la PRL en todo el ciclo de vida de los proyectos [12].

Alineado con estas metodologías, han surgido otras nuevas herramientas para abordar las deficiencias de los métodos tradicionales en PRL. Estas permiten potenciar el aprendizaje para los trabajadores otorgando mayor precisión y rapidez en la detección de eventuales peligros del entorno laboral. Dentro de estas herramientas se encuentran principalmente *e-learning*, *big data*, drones, Internet de las Cosas (IoT), tecnologías de la información y comunicación (TIC) y tecnologías asistidas por computadora (CAT) [13]. El *e-learning* permite generar un entorno de aprendizaje no presencial para capacitar a los trabajadores a distancia y con horarios flexibles. El *big data* permite estimar y predecir los eventos o actividades con mayor accidentabilidad a partir de evaluaciones probabilísticas, entregando insumos para la generación de estrategias preventivas. Por su parte, los drones permiten realizar una supervisión a vista de pájaro, para identificar posibles riesgos dentro de los proyectos mediante visión por computador, estableciendo el reconocimiento de las zonas de mayor peligrosidad. El IoT satisface las necesidades de captación de información mediante el uso de dispositivos o *gadgets* inteligentes para los EPIs y EPCs enlazados a plataformas web, lo que permite monitorizar y/o controlar actividades y riesgos en obra. En términos generales, las TICs permiten procesar, almacenar y transmitir información relevante para una adecuada PRL, generando instancias de retroalimentación de riesgos, por ejemplo, mediante el uso de aplicaciones que permitan comunicar las problemáticas de los trabajadores en el entorno del proyecto.

Sin embargo, una de las herramientas de mayor proyección en el área de PRL, son las tecnologías asistidas por computadora (CAT), las que en la actualidad permiten la simulación de condiciones y elementos reales e integrados en un entorno virtual [14]. En ella destacan *serious games*, realidad aumentada (RA), realidad virtual (RV) y realidad mixta (RM). Los *serious games*, al integrar las tecnologías de información y la aplicación de juegos, permiten recrear zonas de peligrosidad real en un entorno virtual, con el objetivo de fomentar aprendizajes y no solo el entretenimiento [4]. Estos se basan en la configuración de los videojuegos para establecer una serie de desafíos y cambios cognitivo-conductual mediante mecanismos de recompensa y penalización, con el propósito de lograr los objetivos buscados [15].

La RA permite incorporar datos e información virtual a un ambiente físico, generando así una escena aumentada con prototipos simulados superpuestos al mundo real, estableciendo la coexistencia de ambos en un entorno común, y mejorando la percepción que tiene el usuario frente a prototipos virtuales. RV es una tecnología que genera un entorno inmersivo total de aspecto real, donde la experiencia del usuario se relaciona con la forma en que se percibe y funciona el mundo real [16]. Por su parte, la RM permite vincular elementos del mundo virtual al mundo real, diferenciándose de la realidad aumentada en que los objetos reales también son percibidos por el entorno virtual. Esta tecnología combina las mejores prestaciones de la RA y RV, unificando y creando una experiencia para el usuario de completa interacción y combinación de elementos reales y virtuales [4]. Las herramientas CAT se aplican en una diversidad de áreas y especialidades, tales como educación y capacitación, ingeniería, diseño arquitectónico y urbano, patrimonio y arqueología, la ciencia médica y entretenimiento entre otros [17]. Sin embargo, existe una zona inexplorada que consiste en la aplicación de herramientas CAT para mitigar la alteración del comportamiento y ayudar a la disminución de la tasa de lesiones en aspectos de seguridad.



# CONTART

## STORYTELLING

El *Storytelling* se refiere al arte de contar una historia con elementos que generen emocionalidad y transporten a quién lo recibe a vivir y aprender de las experiencias relatadas. La narración de historias ayuda a desarrollar una atención efectiva y selectiva, y a mejorar las habilidades de razonamiento, siendo un instrumento privilegiado para desarrollar las habilidades cognitivas [18]. Este proporciona un método poderoso y proactivo para compartir enseñanzas, por ejemplo, de eventos no deseados con el fin de lograr el compromiso en las organizaciones y los trabajadores, apuntando hacia un óptimo aprendizaje en materia de seguridad. Se busca que las historias relatadas contemplen sensibilidad, confianza, contenido y aspectos de la persona involucrada [19]. Cuando estos elementos son aplicados en un relato (escrito, oral, inmersiva, u otro), se transforma en método de entrega eficaz, influenciando en el comportamiento del receptor, y particularmente en el área de la formación en seguridad, modificando del comportamiento de los trabajadores en prevención de riesgos [6].

El *storytelling* está conformado por cuatro elementos básicos: (1) el mensaje, (2) el conflicto, (3) los personajes y (4) la trama. Estos permiten generar un buen relato que conecte de manera racional y emocional con los espectadores. El mensaje debe ser persuasivo y emocionante centrado en la enseñanza que se desea transmitir. El conflicto es el componente principal por cuanto está destinado a generar interés en la audiencia y, por lo tanto, debe estar relacionado con las actividades que ésta realiza. Por su parte, los personajes son quienes experimentan el conflicto y sufren una transformación posterior a este, por lo que es necesario que tengan atributos similares a los del público objetivo para que se sientan identificados con el mensaje y se involucren emocionalmente con la historia [6]. La trama facilita la comprensión de la historia a través de las partes elementales que la conforman: planteamiento, complicación, clímax, desenlace y aprendizaje. Para que la narración sea completa, atractiva y convincente debe contener información relevante y generalizada, detallando una clara relación causa-efecto a través de eventos familiares a la audiencia. El relato debe generar empatía en los espectadores, y estos se deben sentir con la capacidad de controlar la historia [20].

Existen antecedentes de la efectividad del uso de *storytelling* para la formación en prevención de riesgos. En Dinamarca, un estudio de accidentabilidad identificó que el mayor número de muertes se encontraba en el sector agrícola. Se seleccionaron las principales situaciones de riesgo e información detallada de los accidentes, difundidas por medio de campañas, publicadas en revistas o periódicos, y relatadas en seminarios a agricultores y sus familias. El uso de un relato elaborado de *storytelling* logró una disminución significativa del número de muertes, disminuyendo considerablemente los niveles de accidentes en esta industria [5]. El uso del *storytelling* también ha aportado en el área de educación vial, donde se ha estudiado el aumento de accidentes debido a la conducción arriesgada de los jóvenes. Aquí, el uso de las narrativas fomentó el cambio de actitud de las personas con respecto a la conducción a altas velocidades, por medio de mensajes experimentales, donde se presentaban narraciones en primera persona de vivencias en accidentes. Se determinó que las personas responden favorablemente al *storytelling*, mientras más empáticas e identificadas se sintieran con el expositor que relataba su experiencia [13].



# CONTART

## DISEÑO CONCEPTUAL

La Figura 3 muestra la metodología desarrollada para el flujo de trabajo entre storytelling – realidad mixta. En ella se detallan los pasos a seguir para la construcción de una experiencia formativa que genere concienciación real de la temática a enseñar, particularmente de PRL.

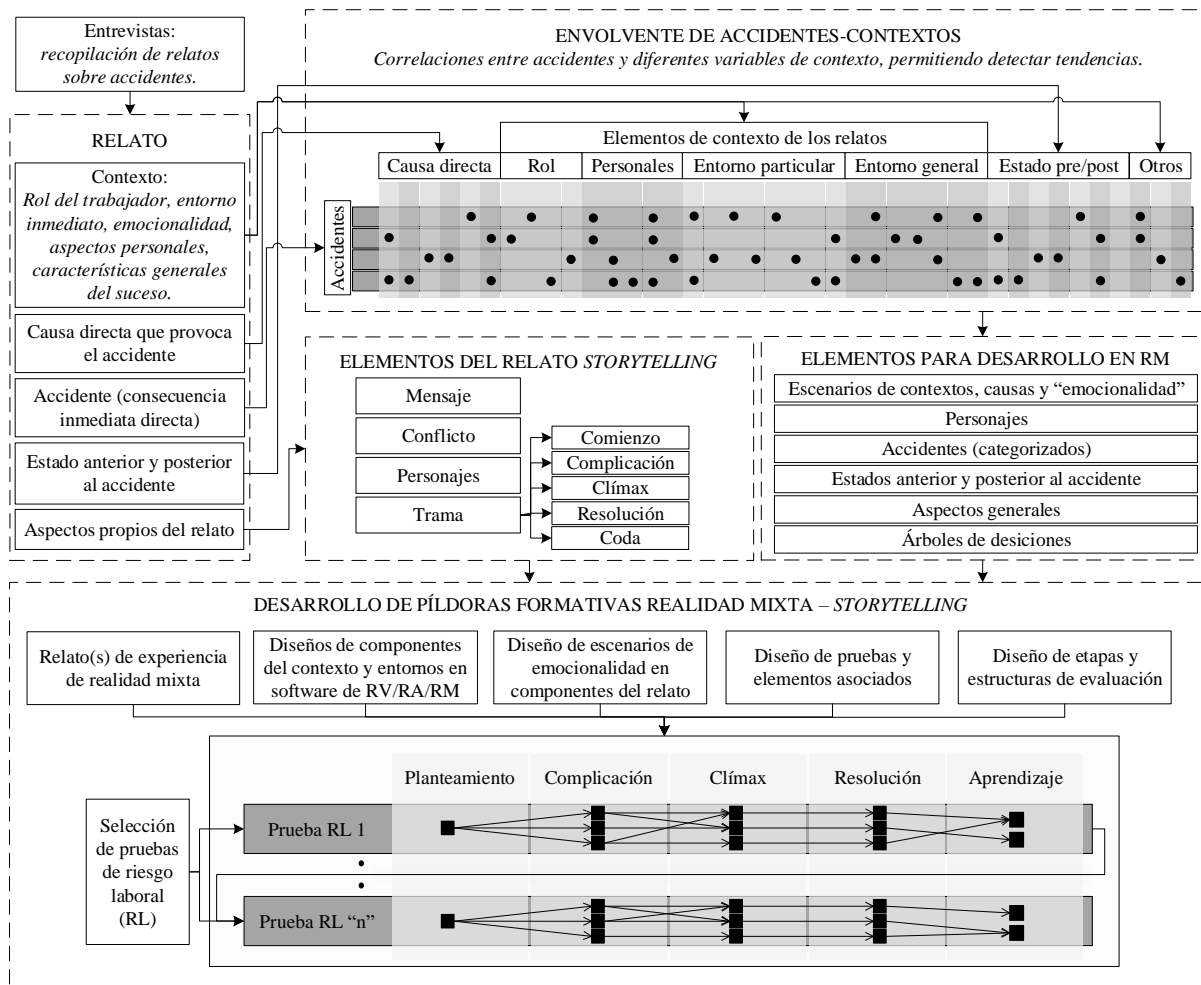


Figura 3. Flujo trabajo storytelling – realidad mixta

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2, según el flujo propuesto, se describen las etapas que se deben considerar dentro de creación de las experiencias de realidad mixta en base los aspectos de *storytelling*, junto con detallar un ejemplo donde es posible apreciar la aplicación de todos los elementos de la narrativa requeridos. Por simplicidad se describe una única secuencia de decisiones, mientras que, en el desarrollo de la experiencia de realidad mixta, como es natural, se debe trabajar con árboles de decisión y las sucesivas narrativas asociadas a todo el conjunto de posibilidades, como se trabaja al diseñar videojuegos.





# CONTART

Tabla 2. Etapas, descripción y ejemplos Realidad Mixta + Storytelling

Etapa	Descripción	Ejemplo
<b>Planteamiento</b>	Describe la situación y el entorno, sitúa y describe personajes, describe rol (cargo) y actividades a realizar.	<i>Era un día luminoso y caluroso de mayo, el reloj marcaba ya las 9:00 a.m y mi mente entre dormida solo imaginaba el final de la jornada. José, el prevencionista de riesgos, un tipo de cabello oscuro de unos 40 años comenzaba su charla como un recetario, siempre las mismas frases, los mismos consejos. Era inútil que mi atención se centrara en sus palabras, solo podía pensar en su comportamiento intrusivo e inquisidor que me acechaba todos los días. Mientras luchaba en enfocar mi atención, en la voz del amigable José, aparece junto a mí el chico nuevo, Tadeo. Sus ojos y aroma delataban indudablemente que acababa de consumir cannabis, fue inevitable recordar los tiempos en que no me importaba nada más que pasar un buen rato. No basto ni un segundo para que Tadeo, a quien nunca había visto, me buscara entre el grupo de personas que escuchaba el recetario de José. Comenzó a preguntarme cosas sobre el trabajo y mi vida, lo que me sirvió casi como una vía de escape. En ese instante presentí que sería parte de mi cuadrilla y que tendría que enseñarle cada actividad.</i>
<b>Complicación</b>	Variables, eventos y/o barreras que influye en las actividades a realizar	<i>Los eternos 20 minutos que dura la charla ya habían pasado, tenía la extraña sensación que sería un día difícil y largo. Nicolás, mi supervisor, me llama para recordarme las actividades pendientes de la semana anterior, y me informa de que Tadeo estaría bajo mi supervisión. No había nada de sorprendente en su información. Como si tuviera algún tipo de opción, Nicolás me pregunta si tengo inconvenientes de trabajar con Tadeo, rápidamente y de forma automática le respondo que no, consciente de que significaría trabajo extra para mí. La temperatura ya había aumentado y caía el sudor por mi sien, solo pensaba en el final de la jornada, pues no era el mejor día para trabajar. Rápidamente y con un tono fuerte le comunico a Tadeo que debemos ir a colocar los moldajes de los muros al quinto piso, partiendo por los exteriores. Tadeo me muestra una sonrisa. Se respiraba aire caliente junto con el polvo proveniente de los pisos inferiores. Los oídos me zumbaban por el ruido del martillo demoledor, los sopladores, el ajetreo de los trabajadores, maquinarias y el tráfico de la calle, por mi mente solo quería terminar la jornada y llegar al cumpleaños de mi hija. Ella cumplía 9 años y deseaba con ansias ver su sonrisa al abrir el pastel que le había prometido comprar de regreso a casa.</i>
<b>Clímax</b>	Evento de gran impacto, acción para solucionar el conflicto principal.	<i>Con Tadeo nos ubicamos para recibir la cara exterior del moldaje y realizar su instalación. Le señalé que asegurara su arnés a la línea de vida y el procedimiento que se haría una vez ubicado el moldaje. Pero, Tadeo no entendió mis palabras. Desaté mi arnés, como habitualmente lo hacía, y me dirigí hacía él para indicar lo que haríamos. Caí desde más de doce metros de altura.</i>
<b>Resolución</b>	Reflexión del acontecimiento, consolidación conocimientos adquiridos.	<i>El descuido de 1 segundo me perseguirá hasta el resto de mis días. Y no dejo de preguntarme ¿y si tan solo un evento hubiese cambiado? ¿Si no hubiese desatado mi arnés? o ¿Si hubiese hablado con Nicolás sobre estado de Tadeo en ese momento?</i>
<b>Aprendizaje</b>	Frase de cierre de la historia.	<i>Tal vez no pueda cambiar el pasado, pero si puedo dejar una pequeña lección para aquellos que vendrán, "más vale cambiar un segundo de tu vida, que tu vida en un segundo".</i>

La Figura 4 muestra capturas de una píldora formativa que considera el flujo de trabajo propuesto, donde se aplica la narrativa del ejemplo detallado en la Tabla 2.



Figura 4. Elementos de una píldora formativa de RM (un reloj y puntuación como incentivos para realizar el trabajo correctamente y a tiempo, guía para la realización de una tarea, parte del EPI y un elemento de riesgo)

## CONCLUSIONES

A partir de esta investigación, se identificaron los métodos tradicionales de formación en PRL y las ineficiencias para lograr aprendizajes significativos, con miras a una disminución de los accidentes laborales en la industria AECO. Se estudiaron innovadoras herramientas y tecnologías aplicadas en seguridad para diversas industrias y disciplinas, las que entregan una variedad de alternativas para responder a los problemas de formación y prevención de riesgos laborales. En este marco, las tecnologías CAT destacan por su alto potencial, donde a través de la realidad aumentada, virtual y mixta permiten mejorar las habilidades y protocolos de prevención de los trabajadores en obra. Sin embargo, estas tecnologías no abordan un problema central, la concientización y cultura de seguridad en obras y proyectos.

En este sentido, el *storytelling* se convierte en una herramienta fundamental para fomentar la cultura en PRL, al generar un mensaje persuasivo que responda a la emotividad y permita al receptor identificarse con la narrativa, logrando un aprendizaje significativo en materia de PRL. Al incorporar los aspectos de narrativa a las experiencias de realidad virtual, aumentada o mixta, se logran generar píldoras formativas que permiten la inmersión de los profesionales en contextos cercanos con componentes que reflejan su entorno directo y cotidiano. Para ello, se logró definir un flujo de trabajo guía para lograr experiencias de RM con *storytelling*. Este flujo metodológico contempla todos los aspectos que el diseñador de las experiencias debe considerar al momento de generar las experiencias.

En base al flujo metodológico propuesto, fue posible estructurar un relato y una píldora formativa en realidad mixta, que cumple con los objetivos de formación y trasciende hacia la formación de una cultura de prevención de riesgos. Esto permite crear futuras herramientas y ampliar la casuística de ejemplos que recreen entornos y narrativas para uso en formación en PRL en la industria AECO.



# CONTART

## **AGRADECIMIENTOS**

---

La investigación ha contado con la importante colaboración de los estudiantes de ingeniería civil (PUCV - Chile) Constanza Delgado, Constanza Jofré, Tatiana Núñez y Rafael Vera, quienes realizaron durante esta investigación su práctica profesional en el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE - España). Los estudios de doctorado de Felipe Muñoz-La Rivera son financiados por CONICYT - PCHA/International Doctorate/2019-72200306. Este trabajo también ha sido apoyado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España (MICIU) a través del proyecto BIMIoTICa (RTC-2017-6454-7).

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

- [1] Muñoz-La Rivera, F., Vielma, J., Herrera, R. F., and Carvallo, J. (2019). Methodology for Building Information Modeling (BIM) Implementation in Structural Engineering Companies (SEC). *Advances in Civil Engineering*.
- [2] Teizer, J. (2016). Right-time vs real-time pro-active construction safety and health system architecture. *Construction Innovation*, 16(3), 253–280.
- [3] Aneziris, O. N., Topali, E., and Papazoglou, I. A. (2012). Occupational risk of building construction. *Reliability Engineering and System Safety*, Elsevier, 105, 36–46.
- [4] Kassem, M., Benomran, L., and Teizer, J. (2017). Virtual environments for safety learning in construction and engineering: seeking evidence and identifying gaps for future research. *Visualization in Engineering*, Visualization in Engineering, 1–15.
- [5] Kirsten, J. (2008). A systematic use of information from accidents as a basis of prevention activities. *Safety Science*, 46, 164–175.
- [6] Mchugh, K., and Klockner, K. (2020). Learning lessons from rail safety storytelling: Telling safety like it is. *Safety Science*, Elsevier, 122(April 2019), 104524.
- [7] Le, Q. T., Lee, D. Y., and Park, C. S. (2014). A social network system for sharing construction safety and health knowledge. *Automation in Construction*, Elsevier B.V., 1–8.
- [8] Pedro, A., Le, Q. T., Park, C. S., and Asce, M. (2016). Framework for Integrating Safety into Construction Methods Education through Interactive Virtual Reality. 142(2), 1–10.
- [9] Radu, T., Vlad, M., Dragan, V., and Basliu, V. (2013). Occupational risk management in industry. *The annals of "dunarea de jos" university of galati*, 3.
- [10] Gao, Y., González, V. A., Ph, D., Asce, A. M., Yiu, T. W., and Asce, M. (2020). Exploring the Relationship between Construction Workers ' Personality Traits and Safety Behavior. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(3)
- [11] Ministerio de Empleo y Seguridad Social, S. S.-E. &. (2018). Estadística de accidentes de trabajo.



# CONTRART

- [12] Soto, B. G. De, Agustí-juan, I., Joss, S., and Hunhevicz, J. (2019). Implications of Construction 4.0 to the workforce and organizational structures. *International Journal of Construction Management*, Taylor & Francis, 0(0), 1–13.
- [13] Oschatz, C., and Klimmt, C. (2016). The effectiveness of narrative communication in road safety education: A moderated mediation model. *Communications*, 41(2), 145–165.
- [14] Gao, Y., Gonzalez, V. A., and Yiu, T. W. (2019). The effectiveness of traditional tools and computer-aided technologies for health and safety training in the construction sector: A systematic review. *Computers & Education*, Elsevier, 138, 101–115.
- [15] Din, Z. U., and Jr, G. E. G. (2019). Serious games for learning prevention through design concepts: An experimental study. *Safety Science*, Elsevier, 115, 176–187.
- [16] Lee, C., Chong, H., Liao, P., and Wang, X. (2018). Critical Review of Social Network Analysis Applications in Complex Project Management. *Journal of Management in Engineering*, 34(2), 1–15.
- [17] Li, X., Yi, W., Chi, H., Wang, X., and Chan, A. P. C. (2018). A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety. *Automation in Construction*, Elsevier, 86(July 2016), 150–162.
- [18] Gaeta, M., Loia, V., Rita, G., Orciuoli, F., and Ritrovato, P. (2014). A methodology and an authoring tool for creating Complex Learning Objects to support interactive storytelling. *Computers in Human Behavior*, Elsevier Ltd, 31, 620–637.
- [19] Theunissen, G., and Hendriks, B. (2016). *The Effectiveness of Narratives in Occupational Safety Communication in Belgium and the Netherlands*. Radboud University.
- [20] Gausepohl, K. A., Iii, W. W. W., Smith-jackson, T. L., Kleiner, B. M., and Arthur, J. D. (2016). A conceptual model for the role of storytelling in design: leveraging narrative inquiry in user-centered design (UCD). *Health and Technology*.