Documento de trabajo ECISALUD
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

Realidad virtual y prevención de riesgos laborales en empresas textiles y talleres de costura: una revisión documental

Virtual reality and occupational risk prevention in textile companies and sewing workshops: a documentary review

Mindy Yinet Vallejo Julio[1], Liana Paola Fresneda Díaz[2], Clara María Garzón Rodríguez[3]

Resumen

Objetivo. La capacitación en seguridad y salud en el trabajo (SST) mejora la conducta de los trabajadores, aunque su efecto en el puesto real depende de la práctica y del seguimiento posterior. Esta revisión documental examina qué puede aportar la realidad virtual (RV) a esa capacitación en empresas textiles y talleres de costura de Colombia. **Método.** El corpus reúne revisiones sistemáticas sobre RV y formación en seguridad, estudios ergonómicos con operarios de confección, informes de NIOSH y del Consejo Colombiano de Seguridad, y la normativa colombiana de SST. **Resultados.** La RV muestra efectos favorables en conducta, habilidades y experiencia de aprendizaje, pero esa evidencia proviene de la construcción y pocos estudios miden accidentes o lesiones. En confección, los estudios con operarios documentan molestias en espalda, cuello y hombros ligadas al diseño del puesto, un problema que la capacitación no corrige por sí sola. **Conclusiones.** Se concluye que la RV sirve como complemento de la práctica supervisada y de los controles de ingeniería, y se propone un piloto de aula con medición conductual y un esquema de acceso compartido para pymes.

Palabras clave: realidad virtual; seguridad y salud en el trabajo; confección; capacitación.

1 **Mindy Yinet Vallejo Julio.** Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Colombia. · Correo electrónico: myvallejoj@unadvirtual.edu.co · ORCID: https://orcid.org/0009-0005-5879-5605

2 **Liana Paola Fresneda Díaz.** Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Colombia. · Correo electrónico: liana.fresneda@unad.edu.co · ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0854-2560

3 **Clara María Garzón Rodríguez.** Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Colombia. · Correo electrónico: clara.garzon@unad.edu.co · ORCID: https://orcid.org/0009-0002-9998-710X

Abstract

Objective. Occupational safety and health (OSH) training improves workers' behavior, although its effect at the actual workstation depends on practice and follow-up. This documentary review examines what virtual reality (VR) can add to that training in textile companies and sewing workshops in Colombia. **Methods.** The corpus brings together systematic reviews on VR and safety training, ergonomic studies with garment workers, reports from NIOSH and the Consejo Colombiano de Seguridad, and Colombian OSH regulations. **Results.** VR shows favorable effects on behavior, skills, and learning experience, but that evidence comes from construction, and few studies measure accidents or injuries. In garment work, studies of sewing operators document back, neck, and shoulder discomfort linked to workstation design, a problem that training alone does not correct. **Conclusions.** The review concludes that VR works as a complement to supervised practice and engineering controls, and it proposes a classroom-scale pilot with behavioral measurement and a shared-access scheme for small firms.

Keywords: virtual reality; occupational safety and health; garment industry; training.

Introducción

En un taller de confección, el riesgo cambia de un puesto a otro. La cortadora de tela, la plancha y la máquina de coser lesionan de maneras distintas, y la carga postural del operario de costura no se parece a la del almacenista. La capacitación en seguridad y salud en el trabajo (SST), en cambio, suele darse en una misma charla para todos. Este artículo revisa si la realidad virtual (RV) permite capacitar de otra manera.

En Colombia, el Observatorio del Consejo Colombiano de Seguridad, con información de Fasecolda, reportó entre 520 y 521 mil accidentes de trabajo en 2024, y las industrias manufactureras aportaron cerca del 16 % del total (1). En 2025 la cifra nacional fue de 534.444 accidentes, con una tasa de 3,96 por cada 100 trabajadores, 438 muertes asociadas y 10.294 enfermedades calificadas de origen laboral (2). Estos datos agrupan toda la manufactura: las estadísticas públicas no separan la fabricación de textiles ni la confección de prendas (códigos C13 y C14 de la clasificación CIIU), de modo que sirven como contexto y no como medida del sector.

La capacitación forma parte del Sistema de Gestión de la SST que reglamenta el Decreto 1072 de 2015 (3), y la Resolución 0312 de 2019 define los estándares mínimos según el tamaño de la empresa y su nivel de riesgo (4). Cumplir ese requisito no garantiza que el trabajador cambie lo que hace frente a la máquina.

La revisión sistemática de Robson et al. (5) encontró un efecto conductual grande de la capacitación, de modo que el problema no es que capacitar no sirva. Lo que queda abierto es qué ocurre entre la sesión y el puesto de trabajo: según el informe, la transferencia depende del respaldo de la dirección y del seguimiento posterior.

La RV sitúa al trabajador en un entorno tridimensional con el que interactúa mediante un visor (6) y permite repetir una situación peligrosa sin exponerlo a ella. La revisión sistemática de Stefan et al. (7), que abarcó 136 estudios de formación en seguridad con RV, muestra sin embargo un vacío: pocos estudios miden la conducta y, sobre todo, resultados como accidentes o lesiones.

La pregunta que guía esta revisión es cómo puede contribuir la RV a la prevención de riesgos laborales en empresas textiles y talleres de costura. El objetivo es analizar, a partir de fuentes documentales, qué aporta la RV a la capacitación en SST, hasta dónde llega la evidencia disponible para el sector de la confección y qué condiciones de diseño y de acceso harían viable su uso en talleres pequeños.

Metodología

Se hizo una revisión documental de tipo descriptivo, con el alcance que corresponde a un trabajo de pregrado. El corpus combina fuentes académicas (artículos y libros sobre RV, formación en seguridad y ergonomía en confección) y fuentes institucionales (informes técnicos, normativa colombiana de SST y guías técnicas).

No hubo una búsqueda sistemática con estrategia reproducible, así que el corpus no pretende abarcar toda la literatura y puede omitir estudios pertinentes. Se descartaron los documentos sin autoría verificable, las fuentes cuyos datos bibliográficos no pudieron comprobarse y las que no separaban la evidencia científica del material comercial.

De cada fuente se registraron el sector o la población estudiada, la variable que mide y el hallazgo que interesa a esta revisión. Ese registro permitió separar lo que cada estudio demuestra de lo que este artículo infiere a partir de él. La evidencia sobre RV procede de la construcción y la de ergonomía, de operarios de confección de otros países; por eso su aplicación a talleres colombianos se presenta como hipótesis.

Discusión y resultados

Peligros por proceso en la confección

La GTC 45 (8) pide identificar los peligros proceso por proceso, y la Tabla 1 aplica ese criterio a un taller de confección. La guía del Ministerio de Salud y Protección Social (9) respalda la fila de tintorería y acabado: advierte que los disolventes y los colorantes pueden ser inflamables y que las materias primas textiles son

combustibles, por lo que el incendio es un riesgo relevante en la industria.

Tabla 1. Peligros principales por proceso en un taller de confección

Proceso	Peligros principales
Corte	Cortes y amputaciones por cuchillas, ruido, posturas forzadas, manipulación de rollos de tela
Costura	Punción con agujas, atrapamiento, movimientos repetitivos, sedestación prolongada, iluminación deficiente
Planchado	Quemaduras, vapor, incendio, posturas estáticas
Tintorería y acabado	Sustancias químicas, vapores, inflamabilidad de disolventes y colorantes
Almacenamiento y mantenimiento	Caídas, sobreesfuerzo, energías peligrosas, riesgo eléctrico

Nota. Elaboración propia. La organización por proceso sigue la GTC 45 (8); los peligros de tintorería y acabado se apoyan en el Ministerio de Salud y Protección Social (9).

Para la RV interesan sobre todo los peligros de baja frecuencia y alta gravedad, como el atrapamiento, el incendio y el contacto con cuchillas. Un operario puede pasar años sin vivir un incendio en el taller y aun así tiene que saber evacuar: es una situación que conviene ensayar y que no se puede provocar. Los peligros posturales muestran el caso contrario. Se viven todos los días, y la práctica con un visor no corrige un asiento mal diseñado.

Lo que la evidencia permite afirmar

La Tabla 2 reúne las fuentes que sostienen el argumento y deja a la vista hasta dónde llega cada una.

Man et al. (10) hallaron, en un metaanálisis sobre formación en seguridad para construcción, efectos favorables de la RV en conducta, habilidades y experiencia de aprendizaje, y advirtieron que los resultados dependen del contexto, del diseño de la intervención y de la experiencia previa de quien se capacita. De ahí se desprende una afirmación acotada: frente a los métodos tradicionales, la RV mejora variables de aprendizaje y desempeño. No se desprende que reduzca los accidentes en una empresa de confección, porque ningún estudio de la Tabla 2 mide eso en ese sector. Suponer que el operario de costura reaccionará mejor ante la aguja o la cuchilla es una extrapolación razonable, no un resultado.

Ergonomía: el problema que el visor no resuelve

Los estudios con operarios de costura apuntan a otra cosa. Sealetsa y Thatcher (11) encontraron molestias frecuentes en espalda, cuello y hombros en operadores de máquinas de coser de Botsuana, y recomendaron rediseñar puestos y asientos además de dar formación ergonómica básica. Parvin et al. (12) tomaron 13 medidas antropométricas a 368 operarios de confección de Bangladesh para comprobar si sus cuerpos se ajustaban al mobiliario de las estaciones de costura. Los dos estudios trasladan el problema del trabajador al puesto: si la silla y la mesa no correspon-

Tabla 2. Fuentes principales y alcance de cada una para el sector de la confección

Fuente	Población o sector	Hallazgo que se usa	Alcance para la confección
Robson et al. (5)	Trabajadores de varios sectores	Efecto conductual grande de la capacitación; la transferencia depende del respaldo de la dirección y del seguimiento	General; no estudia RV
Stefan et al. (7)	136 estudios de formación en seguridad con RV	Pocos estudios miden conducta y, sobre todo, accidentes o lesiones	Indirecto; muestra el vacío de medición
Man et al. (10)	Formación en seguridad para construcción	Efectos favorables de la RV en conducta, habilidades y experiencia de aprendizaje	Indirecto; otro sector
Sealetsa y Thatcher (11)	Operadores de máquinas de coser, Botsuana	Molestias frecuentes en espalda, cuello y hombros; recomiendan rediseñar puestos y asientos	Directo en el riesgo; otro país
Parvin et al. (12)	368 operarios de confección, Bangladesh	Trece medidas antropométricas contrastadas con el mobiliario de costura	Directo en el riesgo; otro país

Nota. Elaboración propia a partir de las fuentes citadas.

den a las medidas del operario, enseñarle a sentarse mejor corrige poco.

En ergonomía la RV puede servir de otra manera: para simular y comparar configuraciones del puesto, como la altura de la mesa y la posición del pedal, antes de comprar o ajustar mobiliario. Esa aplicación no aparece en la evidencia revisada y queda como propuesta.

Costos y acceso en talleres pequeños

Los accidentes laborales traen costos directos, como las incapacidades y el reemplazo de personal, y costos indirectos, como la investigación del hecho, los daños materiales y la producción que se detiene. En un taller pequeño ese gasto pesa más sobre el flujo de caja y puede comprometer la continuidad del negocio. Este artículo no incluye cifras de costos para Colombia porque las localizadas no pudieron verificarse con su referencia completa. La justificación económica de un piloto de RV debería calcularse con los datos de cada taller: horas de capacitación, paradas de producción, incapacidades y rotación de personal.

No se encontró una evaluación académica de esquemas colombianos de RV compartida entre pymes textiles. La Tabla 3 presenta cuatro modelos de acceso que se proponen como alternativa a la compra individual de equipos; ninguno está validado.

Tabla 3. Modelos propuestos de acceso a la RV para talleres pequeños

Modelo	Cómo funciona
Centro compartido	Una universidad, el SENA, una ARL o un gremio compra los equipos y presta sesiones a varias empresas
Unidad móvil	Un facilitador lleva los visores al taller
Compra cooperativa	Varias empresas adquieren equipos y contenidos de forma conjunta
Alquiler por jornada	La empresa paga por sesión o por número de trabajadores, lo que sirve para un piloto

Nota. Elaboración propia. Propuesta sin evaluación empírica.

Propuesta de piloto y diseño pedagógico

Un piloto a escala de semillero podría usar entre dos y cuatro visores autónomos, sesiones de 10 a 15 minutos por trabajador y escenarios de aguja, cuchilla, incendio y riesgo eléctrico. Se compararía un grupo capacitado con RV con otro que reciba capacitación convencional. Como la literatura mide poco la conducta, el piloto debería medirla: uso correcto de las guardas, detección de peligros, secuencia de apagado y respuesta ante un conato de incendio, con una observación en el puesto real a los 30 días.

Cada escenario puede seguir el ciclo de Kolb (13). El trabajador vive la situación, por ejemplo una aguja rota con la máquina todavía energizada; revisa en la repetición qué hizo y qué omitió; relaciona el error con el procedimiento de bloqueo y protección, y vuelve a intentarlo aplicándolo. La última etapa es la transferencia a la máquina real, con un instructor presente. Sin ella, la RV mejora el desempeño dentro del visor y deja intacta la conducta en el taller.

Conclusiones

La evidencia revisada respalda la RV como método de capacitación que mejora la conducta, las habilidades y la experiencia de aprendizaje, pero no demuestra que reduzca los accidentes en la confección. Esa distancia es el límite principal de este artículo.

Capacitar sí cambia la conducta (5). El aporte posible de la RV está en lo que la sesión convencional no permite: ensayar situaciones raras y graves, como el incendio o el atrapamiento, y registrar cómo decide el trabajador.

Los estudios con operarios de costura muestran que parte del riesgo está en el diseño del puesto. Un programa de RV no sustituye el rediseño del mobiliario ni los controles de ingeniería.

Falta evidencia propia del sector. El paso siguiente es un piloto con grupo comparativo y medición conductual, y un esquema de acceso compartido que lo haga viable para talleres pequeños.

Referencias

1. Consejo Colombiano de Seguridad. Boletín anual de accidentalidad y enfermedad laboral, con información de Fasecolda [Internet]. Bogotá: Observatorio de Seguridad y Salud en el Trabajo; 2024. Disponible en: https://ccs.org.co/observatorio/Home/fasecolda
2. Consejo Colombiano de Seguridad. Boletín anual de accidentalidad y enfermedad laboral, con información de Fasecolda [Internet]. Bogotá: Observatorio de Seguridad y

Salud en el Trabajo; 2025. Disponible en: https://ccs.org.co/observatorio/Home/fasecolda

3. Ministerio del Trabajo. Decreto 1072 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Libro 2, Parte 2, Título 4, Capítulo 6: Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Bogotá: MinTrabajo; 2015.
4. Ministerio del Trabajo. Resolución 0312 de 2019, por la cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST. Bogotá: MinTrabajo; 2019.
5. Robson L, Stephenson C, Schulte P, Amick B, Chan S, Bielecky A, et al. A systematic review of the effectiveness of training and education for the protection of workers. Toronto: Institute for Work & Health; Cincinnati (OH): National Institute for Occupational Safety and Health; 2010. DHHS (NIOSH) Publication No. 2010-127.
6. Burdea GC, Coiffet P. Virtual reality technology. 2.ª ed. Hoboken (NJ): Wiley-Interscience; 2003.
7. Stefan H, Mortimer M, Horan B. Evaluating the effectiveness of virtual reality for safety-relevant training: a systematic review. Virtual Real. 2023;27(4):2839-69. doi:10.1007/s10055-023-00843-7
8. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Guía técnica colombiana GTC 45: guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Bogotá: ICONTEC; 2012.
9. Ministerio de Salud y Protección Social. Guía para el desarrollo de actividades de promoción y prevención en la industria textil. Bogotá: Dirección de Promoción y Prevención, Subdirección de Salud Ambiental; 2015.
10. Man SS, Wen H, So BCL. Are virtual reality applications effective for construction safety training and education? A systematic review and meta-analysis. J Safety Res. 2024;88:230-43. doi:10.1016/j.jsr.2023.11.011
11. Sealetsa OJ, Thatcher A. Ergonomics issues among sewing machine operators in the textile manufacturing industry in Botswana. Work. 2011;38(3):279-89. doi:10.3233/WOR-2011-1131
12. Parvin F, Rafiquzzaman M, Parvez MS, et al. Ergonomic compatibility between sewing workstation and Bangladeshi apparel workers. Int J Occup Saf Ergon. 2024. doi:10.1080/10803548.2024.2385786
13. Kolb DA. Experiential learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall; 1984.