



**SIMULADORES DE REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA  
CON TECNOLOGÍAS HÁPTICAS PARA LA  
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

---

**FRANCO OBERTI ECHANDÍA**



## ACERCA DEL AUTOR:

### FRANCO OBERTI ECHANDÍA

Ingeniero Electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia), Doctorado en Ingeniería Electrónica e Informática de la Universidad de Génova, (Italia). Post Doctorado Industrial Marie Curie, Philips Research, (Países Bajos). Sus principales áreas de trabajo son Sistemas Interactivos, Simuladores, Realidad virtual, Realidad aumentada, Computer Vision, Machine Learning.

Ha desarrollado más de 180 interactivos con empresas como: Parque Explora, Centro Interactivo del Canal de Panamá, Museo Casa de la Memoria, Centro Interactivo Bioma, Planetario de Medellín, Planetario de Bogotá, Comfama, entre otros.

# **SIMULADORES DE REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA CON TECNOLOGÍAS HÁPTICAS PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

---

# INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se han utilizado varias estrategias en la prevención de riesgos laborales. Para prevenir accidentes y muertes en el trabajo se han utilizado capacitaciones, videos, multimedias, etc. Estas metodologías tienen sus límites y se necesita una transformación digital con tecnologías disruptivas para permitir preparar de manera más eficiente y completa al trabajador.

Las nuevas metodologías deben tocar más las emociones del trabajador, guardando en él memorias que lo protejan realmente ante una situación de peligro. La mejor manera de aprender es viviendo la experiencia. Normalmente por lo peligroso de algunas actividades de trabajo esto no se puede recrear.





Es en este espacio donde los simuladores de Realidad Virtual Inmersiva con Tecnologías Hápticas están brindando alternativas para reducir y prevenir los accidentes. Estos nuevos simuladores se están posicionando como la mejor alternativa para la prevención de riesgos laborales. Estos simuladores logran los siguientes beneficios:

- Presentarle al trabajador un ambiente simulado similar al real donde vive y experimenta su ambiente de trabajo
- Simular situaciones peligrosas en ambientes controlados sin poner en riesgo al trabajador

- Materializar el riesgo, lo que no podrá verse en una formación convencional
  - Grabar memorias de riesgo en la mente de los usuarios para prevenir accidentes a futuro
  - Ambiente cautivante que concentra la atención del trabajador
  - Optimizar la preparación y aprendizaje de los trabajadores
- Estas nuevas metodologías maximizan el aprendizaje y la preparación con el mínimo de tiempo de entrenamiento [1] [2]. Horas y horas de entrenamiento no siempre son la solución. La vivencia de la experiencia puede ser más significativa [3].

# REALIDAD VIRTUAL



La realidad virtual es una tecnología que permite al usuario sentir la ilusión de estar presente en un espacio virtual que no existe en la realidad. Normalmente este espacio o mundo virtual es interactivo, es decir responde a lo que el usuario realiza. Esta sensación de presencia se crea enviando información a los sentidos, principalmente a la visión y a la audición. También se puede enviar información al tacto (Tecnologías Hápticas) y otros sentidos (olfato y gusto), lo que se comenta más adelante. El cerebro integra esta información que recibe a través de los sentidos y crea esta realidad virtual convincente para el usuario.

La realidad virtual se desarrolló hace muchos años [4], pero estaba limitada a sistemas altamente costosos o sistemas con calidad baja. La realidad virtual con calidad alta estaba limitada principalmente a simuladores de aviación, simuladores militares y a investigaciones en Universidades o Centros de investigación.

En la última década con la llegada de sistemas de realidad virtual como los sistemas “Head-Mounted Display” (HMD) de Oculus y HTC, se masificó el uso de estas tecnologías.

La realidad virtual tiene múltiples aplicaciones [5] [6] [7], entre estas:

- Entrenamiento (Medicina, Odontología, etc.) [1] [8] [12]
- Enseñanza (Colegios, Universidades) [9]
- Simuladores industriales [5][6]
- Tratamientos psiquiátricos [10]
- Entretenimiento

Muchos estudios han demostrado los beneficios y aplicaciones de la realidad virtual [1][2][11][12][13]. Se han creado publicaciones específicas para esta tecnología donde investigadores presentan sus resultados [18].



Las principales ventajas de utilizar realidad virtual para entrenamiento y/o aprendizaje inmersivo son:

- Se crea una conexión emocional directa, facilitando aprender y/o asociar eventos [2][14][16]
- Se recibe más información en menor tiempo [2][15]
- Se pueden simular situaciones peligrosas o muy costosas que en la realidad no son posibles [15]
- Se pueden simular situaciones de manera exacta y precisa [17]
- Se comenten menos errores luego de entrenamiento en Realidad Virtual [2][12][15]

Por estas ventajas es que se utiliza la realidad virtual como entrenamiento enfocado a la prevención de riesgos laborales.



## Simuladores con Tecnologías Hápticas

La realidad virtual inicialmente se asoció a dispositivos con visores 3D que permiten percibir la profundidad del espacio y con audífonos que permiten reproducir sonidos binaurales que se perciben como sonidos espaciales (3D). Como se mencionó anteriormente la realidad virtual se crea enviando información a los sentidos y uno muy importante es el tacto, que es indispensable para el entrenamiento y capacitación de ciertas aplicaciones.

Un simulador inmersivo es aquel que integra elementos de visión, audición y tacto para replicar el mundo real con mayor precisión.

Cuando se utilizan dispositivos que envían información al tacto, hablamos de dispositivos hápticos. Este “feedback” que recibimos de un dispositivo háptico permite maximizar la experiencia dentro del mundo virtual pues el cerebro está integrando más información, produciendo una percepción mayor de esa realidad virtual, lo que al final se traduce en una mayor inmersión y en un aprendizaje o transferencia de conocimiento de manera más directa.

Los dispositivos o controles hápticos poseen dimensiones, fuerzas y pesos similares a los reales y reaccionan como estos en la vida real. Es decir, aplican fuerzas, vibraciones y movimientos que recrean el dispositivo real dentro del mundo virtual. Estos dispositivos reciben información del usuario y la envían al simulador para la interacción.

Adicionalmente responden al usuario ante estos eventos de manera realista. Esto permite al usuario interactuar con el mundo virtual como lo hace en el mundo real [1] [8] y no se limita solo a observar como en los sistemas que usan visión y audición únicamente.

Es importante el realismo de estos controles hápticos pues entre más real sea la simulación, mayor inmersión y más directo y rápido será el aprendizaje [19] [20].





# Emociones y memorias en Simuladores



Múltiples estudios psiquiátricos sobre el uso de realidad virtual se han realizado. Entre ellos, para el tratamiento de paranoias, fobias, ansiedad, trastorno de estrés posttraumático (TEPT) y otros trastornos psiquiátricos [10] [23] [24]. En particular, se suele utilizar en tratamientos como terapia de exposición. Estas terapias funcionan debido a que la respuesta emocional ante estímulos en realidad virtual es muy similar a lo que se experimenta en la realidad [25]. La realidad virtual permite exponer al paciente a estímulos estresantes en condiciones seguras. Con el tiempo, esta exposición reduce el trastorno o miedo al estímulo.

De manera similar, diversos estudios han explorado los efectos de la Realidad Virtual en los procesos cognitivos del ser humano [19][21]. Entre estos la relación entre las emociones (negativas y positivas) que puede experimentar un usuario en la Realidad Virtual y la retención de esas memorias [19]. Los estudios concluyen que existe una alta retención ante estas emociones fuertes y que la memoria se refuerza en el individuo cuando se utilizan simuladores multi sensoriales (visión, audición y tacto) como estímulos emocionales. Entre más fuerte sea la reacción emocional, más fuerte será la memoria creada [21].

Es por todo esto, que los Simuladores de Realidad Virtual Inmersiva con Tecnologías Hápticas se están convirtiendo en la mejor opción para la Prevención de Riesgos Laborales. El usuario se puede exponer de manera realista a estímulos que generan emociones fuertes (accidentes de trabajo) en ambientes seguros. Estas emociones crearan memorias que se recordaran inmediatamente antes de un riesgo, lo que permite prevenir el accidente y salvar vidas.



## Conclusiones

Los Simuladores de Realidad Virtual Inmersiva con Tecnologías Hápticas ofrecen muchos beneficios para la prevención de riesgos laborales: permiten optimizar el aprendizaje, con tiempos de entrenamiento inferior a metodologías tradicionales y generando memorias basadas en emociones que protegen al trabajador ante una situación de riesgo.



## Referencias

- [1] C.J. Cohen, R. Hay, A. Urquhart, P. Gauger, P. Andreatta. "A Modular Interactive Virtual Surgical Training Environment". Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2005.
- [2] <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/virtual-reality-study.html>
- [3] Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cooking, R. R. (Eds.) (1999). "How people learn: Brain, mind, experience, and school". Committee of Developments in the Science of Learning, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council. Washington, DC: National Academy Press.
- [4] <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>
- [5] <https://business.oculus.com/case-studies>
- [6] <https://foundry45.com/vr-case-studies>
- [7] <https://virtualspeech.com/blog/vr-training-case-studies>
- [8] Johnston, R. "The effectiveness of instructional technology: A review of the research". Proceedings of the Virtual Reality in Medicine and Developers' Exposition. Cambridge, MA: Virtual Reality Solutions, Inc. (1995)
- [9] <https://virtualspeech.com/blog/vr-education-example-use-cases>
- [10] Maples-Keller, Jessica L et al. "The Use of Virtual Reality Technology in the Treatment of Anxiety and Other Psychiatric Disorders." Harvard review of psychiatry vol. 25(3) 103-113. (2017).
- [11] Brooks BM. "The specificity of memory enhancement during interaction with a virtual environment". Memory 7(1):65-78 (1999).
- [12] Seymour, Neal E et al. "Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study." Annals of surgery vol. 236,4 (2002).



[13] Bailey, Shannon & Johnson, Cheryl & Schroeder, Brad & Marraffino, Matthew. (2017). "Using Virtual Reality for Training Maintenance Procedures".

[14] Smith, Jeffery W. and John L. Salmon. "Development and Analysis of Virtual Reality Technician-Training Platform and Methods." (2017).

[15] Perrin, Bruce M. et al. "Intelligent Tutoring : Bridging the Gap from Knowing to Doing." Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2010

[16] Krokos, E., Plaisant, C. & Varshney, A. "Virtual memory palaces: immersion aids recall". *Virtual Reality* 23, 1-15 (2019)

[17] Patel, Kayur & Bailenson, Jeremy & Hack-Jung, Sang & Diankov, Rosen & Bajcsy, Ruzena. "The effects of fully immersive virtual reality on the learning of physical tasks". *Proceedings of the 9th Annual International Workshop on Presence*. (2008).

[18] <https://www.springer.com/journal/10055>

[19] Cadet, L.B., Reynaud, E. & Chainay, H. "Memory for a virtual reality experience in children and adults according to image quality, emotion, and sense of presence". *Virtual Reality* 26, 55-75 (2022).

[20] Matsas, E., & Vosniakos, G. C. "Design of a virtual reality training system for human-robot collaboration in manufacturing tasks". *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 11(2), 139-153. (2017).

[21] Schöne, B., Wessels, M. & Gruber, T. "Experiences in Virtual Reality: a Window to Autobiographical Memory". *Curr Psychol* 38, 715-719 (2019).

[22] Christianson, Sven-Åke. "Emotional stress and eyewitness memory: A critical review.". *Psychological Bulletin*, Vol 112(2), 284-309 (1992).

[23] <https://www.ox.ac.uk/news/2016-05-05-oxford-study-finds-virtual-reality-can-help-treat-severe-paranoia>

[24] <https://www.bbc.com/news/uk-wales-49880915>

[25] A. Rizzo, M. Schultheis, K.A. Kerns, C. Mateer. "Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology". *Neuropsychological Rehabilitation Journal*, Volume 14, 2004 - Issue 1-2: (2008).



WAYGROUP

SST EN LA ERA DIGITAL

*Franco Oberti*

---

FRANCO OBERTI ECHANDÍA

*Simuladores de Realidad Virtual Inmersiva con Tecnologías Hápticas para la  
Prevención de Riesgos Laborales*