

Diseño de un entorno de aprendizaje inmersivo en realidad virtual

1. Abstract

This document presents the design process of a virtual reality (VR) application aimed to be used by Industrial design students while learning safe procedures. Currently, learning how to use a circular panel saw might be a complex task for no experienced trainees. In order to avoid the risk, it was designed a virtual learning experience which allowed students to understand and practice the recommended procedure. Several interviews were carried out with expert

Grupo de
Investigación
INTERFAZ de la
Escuela de Diseño
Industrial de la
Universidad Industrial
de Santander

José Guerrero
Luis Bautista
Carmen Plata

<https://doi.org/10.53972/RAD.erad.2024.5.354>

woodworkers to identify the main tasks that should be included in the instructional design. Cognitive Task Analysis (CTA) and four components instructional design model (4C/ID) were used to build an instructional blueprint which included different complexity levels, supportive information, procedural information and part-task-practice. After many prototyping iterations, the virtual reality application was developed in Unity. Finally, A/B testing was done to compare its learning impact against traditional learning methods.

Keywords

Virtual Reality,
Industrial Safety, Virtual
Learning Experience.



2. Introducción

La realidad virtual (RV) es una alternativa que permite aportar mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje y transformar modelos educativos (Sousa, Campanari y Rodrigues, 2021); en consecuencia, ha sido empleada en distintas áreas como la medicina y la salud ocupacional debido a que permite recrear escenarios que podrían poner en riesgo la integridad del aprendiz al carecer de experiencia en el medio (Nemer, Ramirez, Frohmut & Bérnago, 2020).

3. Antecedentes teóricos

Actualmente, en el proceso de diseño instruccional, existen diversas herramientas que permiten recolectar el contenido procedimental del instructivo y aplicarlo al proceso de diseño de productos digitales. Tal es el caso de herramientas como el análisis cognitivo de tareas y el modelo instruccional de cuatro componentes (4C/ID). Este último permite mantener una carga baja en la memoria de trabajo dado que simplifica la complejidad de las tareas de la vida real (van Merriënboer et al., 2002; Vandewaetere et al., 2015).

3.1. Análisis cognitivo de tareas

El análisis cognitivo de tareas (CTA, Cognitive Task Analysis) recopila datos a partir de entrevistas realizadas a expertos

con el propósito de construir un diagrama de flujo que represente la secuencia de tareas necesaria para cumplir un objetivo dado. Adicionalmente, permite clasificar tareas automáticas y no automáticas del proceso (Irene M. Tijiam et al; 2012).

3.2. Four-Component Instructional Design

El modelo instruccional de cuatro componentes (4C/ID) es una herramienta que busca segmentar los tipos de información que se involucran en el aprendizaje de tareas. Está compuesto por cuatro elementos: los escenarios, que se componen del entrenamiento de la tarea bajo determinadas variables y condiciones controladas. Adicionalmente, este enfoque permite el desarrollo de planes de entrenamiento, teniendo en cuenta cuatro aspectos fundamentales (1) las tareas de aprendizaje, (2) la información de soporte, (3) la Información procedimental y (4) la tarea práctica (van Merriënboer et al., 2002).

Caso de estudio

La escuela de Diseño Industrial, de la Universidad Industrial de Santander capacita a sus estudiantes en el manejo y transformación de diferentes materiales, como la madera, los metales, los polímeros, los cueros y los cerámicos. Para esto, cuenta con máquinas y herramientas que se encuentran en el edificio 25, en los talleres de Diseño Industrial; la mayor cantidad de estas máquinas y herramientas son usadas por los estudiantes bajo la supervisión del técnico encargado de los talleres, sin embargo, para el semestre 2022-1 se encuentran activos 157 estudiantes de primer a cuarto nivel y los talleres cuentan con un solo técnico y un estudiante auxiliar. Sumado a esto, los estudiantes no reciben una capacitación formal en normas de seguridad industrial y procedimientos correctos de uso correspondientes a cada máquina, en una encuesta realizada a 40 estudiantes de todos los niveles, el 52% no emplea el equipo recomendado y el 96% desconoce el

procedimiento seguro. Por esto, se propone un entorno de aprendizaje inmersivo para aprender estos conceptos en relación con la sierra circular de banco.

5. Metodología de diseño

El proceso de diseño del entorno se dividió en tres etapas principales, (1) diseño instruccional, (2) diseño del entorno, (3) evaluación del entorno.

5.1. Diseño instruccional

El procedimiento para la elaboración del material instruccional, en un primer momento, se realizaron tres entrevistas con técnicos expertos en el manejo de la sierra circular de banco. Se empleó el análisis cognitivo de tareas (CTA) para construir el siguiente diagrama. Ver figura 1.

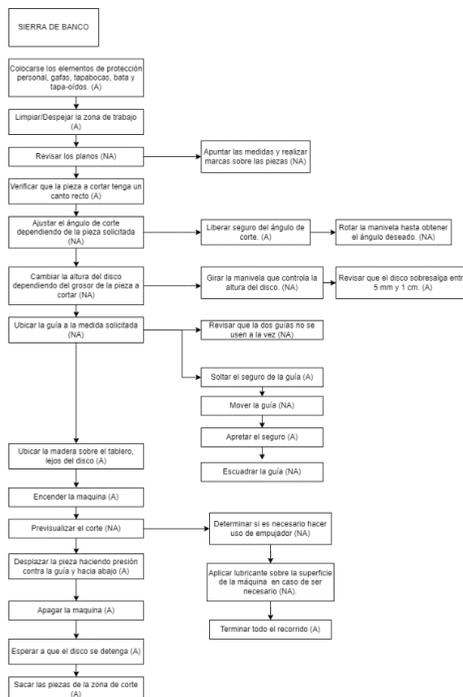


Figura 1. Procedimiento identificado en el análisis cognitivo de tareas (CTA).

Posteriormente, se construyó el modelo instruccional de cuatro componentes, compuesto por cuatro escenarios en los que el aprendiz practicará distintas habilidades relacionadas con el uso de la sierra de banco durante el corte de distintos materiales con variados espesores y dimensiones en la sierra. En el primer escenario, las tareas que se priorizan son las relacionadas con la configuración de variables como la orientación del tablero, el aprendiz aprenderá a emplear distintas guías de corte. En un segundo nivel, aprenderá a controlar la altura y el ángulo de corte. En el tercer nivel, practicará distintos espesores y durezas de otros tipos de maderas. Finalmente, en el cuarto nivel, se presentaron conceptos básicos de primeros auxilios en caso de que se presente un accidente en el taller. A continuación, se presenta la síntesis del modelo instruccional construido para el primer escenario de dificultad. Ver figura 2.

Dificultad nivel 1

Manejo de las guías para realizar cortes con un corte en ángulo recto, con altura y ancho constante, pero variando la orientación del tablero.

Información de soporte (descriptiva)

Los aprendices reconocen las partes principales de la sierra de banco, la función general de cada una y las posturas recomendadas por expertos para hacer uso de la máquina.

Información de soporte (prescriptiva)

El aprendiz conoce el procedimiento seguro de uso de las guías de la sierra de banco mediante la presentación de un vídeo y una secuencia de pasos para ilustrar el proceso obtenido por el análisis cognitivo de tareas.

<p>Escenario 1.1 El aprendiz aprenderá a emplear la guía longitudinal para realizar cortes paralelos a la dirección de la fibra de la madera.</p>	<p>Información “Just in time” Advertencias y ventanas emergentes con información para pasos específicos en los que se requiera una atención especial, también mostraran los riesgos asociados cada componente de la máquina durante su uso.</p>	<p>Tarea práctica El aprendiz ejecuta tres cortes longitudinales y tres cortes transversales de 15 cm de ancho para un tablero de MDF 45x45 cm y 15mm de espesor.</p>
<p>Escenario 1.2 El aprendiz aprenderá a emplear la guía transversal para realizar cortes perpendiculares a la dirección de la fibra de la madera.</p>	<p>Información “Just in time” Advertencias sobre el uso simultáneo de las guías</p>	

Información de soporte (Correctiva)

Los aprendices reciben una retroalimentación de su desempeño al finalizar el nivel, así como un análisis de datos, como el tiempo y los pasos omitidos durante el nivel. También se emplean ventanas de información con advertencias y recomendaciones generales sobre el uso de las guías.

Figura 2 Blueprint para el primer escenario de dificultad del instructivo.

5.2. Identificación del usuario

Para la construcción del usuario arquetipo se realizaron encuestas y entrevistas con 40 estudiantes de la escuela. El 96% de los estudiantes manifestó desconocer el procedimiento seguro de uso de la sierra de banco, mientras que el 40% manifiestan no estar familiarizado con el equipo de protección personal necesario para trabajar con estas herramientas. Esto se suma a que el 52% de la muestra no emplea equipo de protección personal durante su trabajo en el taller de maderas. A continuación, se presenta la descripción creada como usuario arquetipo para el proyecto.

“Juliana Reyes, edad: 19 años, vive en la ciudad de Bucaramanga, es soltera, cursa tercer semestre de Diseño Industrial, le gusta la ilustración digital, está iniciando su formación profesional, pero considera que tiene clara su vocación como diseñadora, en las materias en general le va bien, excepto en los cálculos, nunca ha entrado a los talleres de la escuela, las máquinas grandes le generan miedo, pero siente emoción por aprender a usarlas”.

5.3. Escenario

El entorno de aprendizaje inmersivo se empleará como una herramienta complementaria en la asignatura de Materiales y Procesos I: Maderas. Cada estudiante cumplirá con horas de capacitación previas a su trabajo en talleres. Con los resultados obtenidos en la aplicación, el docente tomará la decisión de habilitar al estudiante para trabajar con la máquina en el entorno real.

5.4. Requerimientos de diseño

Una vez identificado el usuario, sus necesidades y el contexto de la herramienta, se procedió a definir los requerimientos para la construcción de la herramienta. Se emplearon cinco categorías: funcionales, accesibilidad, usabilidad y de desempeño. Esto se condensó en un documento PRS (Product Requirements Specification).

5.5. Conceptualización del entorno

Para la conceptualización del entorno, se realizaron varias versiones de storyboard con el propósito de identificar todas las herramientas y objetos que serán dispuestos en la escena, esto también permitió visualizar elementos gráficos que se utilizarían para presentar la información en el entorno. Estas variaciones se presentaron con el técnico encargado de los talleres para evaluar su coherencia con el procedimiento identificado.

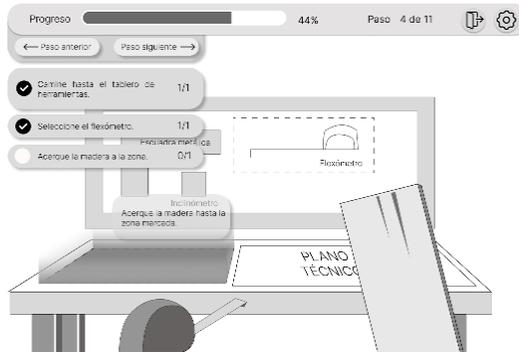


Figura 3. Storyboard. Prototipo vectorizado.

Este prototipo fue evolucionado a un storyboard, donde se aplicaron las recomendaciones dadas por el técnico y se diferenciaron elementos interactivos de elementos no interactivos. Adicionalmente, durante la conceptualización, se aplicaron principios de modalidad (1), señalización (2), contigüidad espacial (3) y contigüidad temporal (4). Estos principios se asocian a los componentes del modelo instruccional de cuatro componentes (Van Merriënboer & Kester, L., s.f).



Figura 4. Prototipo categorizado en elementos interactivos y no interactivos.

5.6. Prototipo de validación

Finalmente, se desarrolló el entorno en Unity, el prototipo de validación implementó tres de los cuatro niveles propuestos en el modelo instruccional de cuatro componentes.

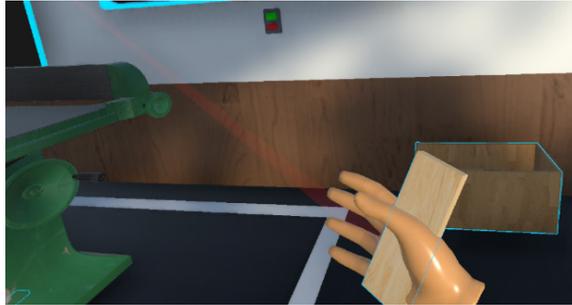


Figura 5. Prototipo de validación

6. Evaluación

El prototipo fue validado con 43 participantes; para ello, se diseñó una prueba en la que se implementó un prototipo funcional de los dos primeros niveles del entorno de aprendizaje inmersivo. Esto, con el objetivo de evaluar el cambio en el desempeño en una prueba de retención y transferencia de conocimiento de los participantes antes y después de hacer uso de la aplicación de realidad virtual. Los resultados de esta prueba se compararon con los obtenidos de los métodos tradicionales.

6.1. Hipótesis

El uso de la aplicación de realidad virtual destinada al aprendizaje inmersivo del procedimiento de uso seguro de la sierra de banco incrementa el desempeño en un test de retención y transferencia de aprendizaje de los aprendices.

6.2. Resultados

Para el análisis de datos, se aplicó el método de Shapiro-Wilk para confirmar que la muestra tiene una distribución normal, posteriormente, se aplicó la prueba T-student para identificar diferencias significativas en los tratamientos.

Tratamiento 1 (T1): Métodos tradicionales.

Tratamiento 2 (T2): entorno de aprendizaje inmersivo.

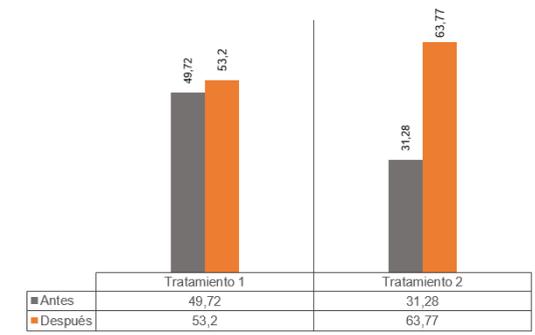


Figura 6. Resultados retención de aprendizaje.

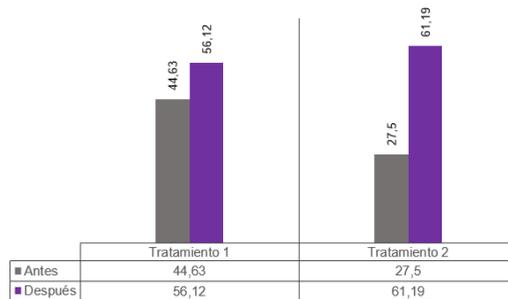


Figura 7. Resultados transferencia de conocimiento.

Los datos obtenidos permiten observar un incremento de 3.48% y del 11.49% en el promedio de respuestas correctas para los test de retención y transferencia de aprendizaje, respectivamente, para el tratamiento T1 (sin la aplicación); esto, en contraste con los resultados del tratamiento T2 (uso del entorno de aprendizaje inmersivo) donde se dio un incremento en el promedio de la retención y transferencia de aprendizaje de 32,49% y 33,69%, respectivamente, en la prueba

después de usar la aplicación de realidad virtual. Esto permite validar la hipótesis planteada en el objetivo del proyecto, puesto que se observa un impacto significativo del uso del entorno de aprendizaje inmersivo en las variables planteadas.

Conclusión

Como conclusión del trabajo, se diseñó un entorno de aprendizaje inmersivo para el entrenamiento en el procedimiento seguro de uso de la sierra de banco. Este entorno se validó con 43 estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, los resultados permiten visualizar diferencias significativas entre el desempeño antes y después de la prueba en el test de retención de aprendizaje y transferencia de conocimiento. En este contexto, en comparación con los métodos tradicionales, donde solo se aprecian diferencias significativas en la transferencia de conocimiento.

Esto se logró mediante el uso de herramientas de diseño instruccional como el análisis cognitivo de tareas y el modelo instruccional de cuatro componentes (4C/ID).

Referencias

143

- Graham, J.D., & Chang, J. (2015). Reducing the risk of injury from Table Saw Use: The Potential Benefits and Costs of Automatic Protection. *Risk Analysis*. Vol. 35.
- Ibarra Zubia, J. (2007). Máquinas para trabajar la madera. País Vasco: OSALAN – Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales.
- Irene M. Tijiam, Barbara M.A. Schout, Ad J.M. Hendriks, Albert J.J.M. Scherpbier, J. Alfred Witjes & Jeroen J.G. Van Merriënboer (2012). Designing simulator-based training: An approach integrating cognitive task analysis and four-component instructional design. *Medical Teacher*, 34(10), e698-e707. DOI: 10.3109/0142159X.2012.687480
- Mautone, P. D., & Mayer, R. E. (2001). Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 377–389.
- Nemer, E. G., Ramirez, R. A., Frohmut, B. D., & Bergamo, R. O. C. (2020). A case study on the use of gamification and virtual reality in Professional Education. *Revista Fatec Zona Sul REFAS*, 6(5).
- Sousa Ferreira, R., Campanari, X., y Rodrigues, A. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica “General José María Córdova,”* 19(33), 223-241.
- Van Merriënboer, J. & Kester, L. (S.f). The Four-Component Instructional Design Model.
- Vandewaetere, M., Manhaeve, D., Aertgeerts, B., Clarebout, G., Van Merriënboer, J. J. G., & Roex, A. (2015). 4C/ID in medical education: How to design an educational program based on whole-task learning: AMEE Guide No. 93. *Medical Teacher*, 37(1), 4–20. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2014.928407>

