



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.  
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATI120618V12

**Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.**

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com/>

**Año: XII**

**Número: Edición Especial**

**Artículo no.:22**

**Período: Diciembre del 2024**

**TÍTULO:** Entorno virtual 3D de una estación didáctica de nivel para el aprendizaje de control de procesos industriales.

**AUTORES:**

1. Ing. Hugo Andrés Teneda Ardila.
2. Máster. Ricardo Patricio Medina-Chicaiza.

**RESUMEN:** La integración de teoría y práctica es esencial en la enseñanza de electrónica y electricidad; sin embargo, los laboratorios de instituciones públicas frecuentemente carecen de recursos para adquirir entrenadores didácticos debido a su alto costo. Este artículo presenta una investigación cuasi-experimental con estudiantes de Automatización y Control Industrial, implementando un entorno virtual tridimensional que simula un proceso industrial para facilitar las prácticas de control básico. A través de encuestas a 30 participantes, se evalúa el impacto del entorno virtual, revelando una percepción positiva y una mejora en los resultados de aprendizaje. La investigación propone que la realidad virtual puede ser una herramienta educativa innovadora para carreras técnicas, incentivando a la comunidad científica a explorar nuevos métodos de enseñanza.

**PALABRAS CLAVES:** aprendizaje, control industrial, entorno virtual, unidad, proceso de nivel.

**TITLE:** 3D Virtual Environment of a teaching station for learning Industrial Process Control.

**AUTHORS:**

1. Eng. Hugo Andrés Teneda Ardila.
2. Master. Ricardo Patricio Medina-Chicaiza.

**ABSTRACT:** The integration of theory and practice is essential for effective learning in electronics and electrical engineering. However, public higher education institutions often lack the resources to acquire educational trainers due to their high cost and limited funds. This article presents a quasi-experimental study involving students in Automation and Industrial Control. A three-dimensional virtual environment simulating an industrial process was implemented to facilitate practical exercises in basic industrial process control and reinforce theoretical knowledge. Through surveys of 30 participants, the benefits of using this virtual environment were assessed. Results indicate a positive perception among students regarding its use, as well as improved learning outcomes. This research aims to encourage the scientific community to explore new learning methods in technical fields by incorporating virtual reality as an innovative educational tool.

**KEY WORDS:** learning, industrial control, virtual environment, unity, level process.

## **INTRODUCCIÓN.**

La industria concentra su atención en diversas áreas de la producción y el control de procesos industriales, jugando un papel importante. En este contexto, los medios para un aprendizaje adecuado desempeñan un rol significativo (Pruna Panchi & Andaluz Ortiz, 2018).

Quienes se relacionen con procesos en la industria deben estar bien capacitados desde su formación académica hasta la aplicación práctica (Navarro Londoño & Vallejo Sánchez, 2020); sin embargo, existen limitaciones, especialmente en términos económicos. Los sistemas didácticos que simulan el funcionamiento de plantas industriales son de alto costo, y su acceso en ambientes reales es limitado y poco usual; además se adjunta el riesgo latente para las personas, el medio ambiente, y los equipos ante cualquier imprevisto. Estos obstáculos dificultan la comprensión clara de esta área de la industria (Valencia Bustinza, 2019).

Por otro lado, la automatización se ha extendido ampliamente, abarca desde la industria hasta la creación de entornos virtuales de aprendizaje. Además de enseñar conceptos y principios, estos entornos virtuales

ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades profesionales esenciales, como la resolución de problemas, el diseño de aplicaciones y la detección de fallos.

La combinación de la realidad virtual con un laboratorio de control de procesos tiene como objetivo reducir la brecha en la comprensión de la asignatura para estudiantes que no tienen experiencia práctica en el campo. En la actualidad, la automatización es crucial y debería ser comprendida de manera general por estudiantes de diversas disciplinas de ingeniería. Dado que el mundo se enfoca cada vez más en esta temática para optimizar procesos mediante herramientas de control, es importante familiarizarse con esta tecnología. Aunque no todos necesiten manejarla directamente, comprender los conceptos detrás de las máquinas automatizadas que rodean la industria es fundamental (Valencia Salazar, 2022).

La realidad virtual transmite información de manera que el usuario interactúe sin alejarse de lo real y relacionar su conocimiento teórico con el entorno (Pruna Panchi & Andaluz Ortiz, 2018). Gráficas, sonidos, animaciones son medios para estimular los sentidos y desarrollar los que simulen entrenamientos antes de interactuar directamente con el sistema real. Esta tecnología se ha utilizado exitosamente en tareas como el montaje de equipos y la implementación de nuevos sistemas industriales (Navarro Londoño & Vallejo Sánchez, 2020; Valencia Bustinza, 2019).

Crear una estrategia que fortalezca los trabajos en laboratorios de control de procesos industriales para promover un aprendizaje activo y personalizada junto con el uso de la realidad virtual en tres dimensiones, también estimulará el método científico y el pensamiento crítico. Esto permitirá a los estudiantes desarrollar habilidades, aprender técnicas fundamentales y familiarizarse con el manejo de instrumentos y equipos. La dirección de las actividades prácticas variará según los objetivos específicos que se deseen alcanzar (Cabrera Méndez, 2023).

En un sistema de control, la clave para analizar y manipular es obtener primero su modelo matemático. Una vez obtenido, existen diversos métodos para estudiar su comportamiento (Sardoth Redondo & Cruz Rueda, 2020); en este contexto, el control de nivel en sistemas de fluidos y líquidos enfrenta diversos

desafíos como ajustes incorrectos de controladores, problemas mecánicos, variabilidad en las condiciones del proceso y falta de redundancia. Las soluciones implican ajustes precisos, estrategias avanzadas de control y mantenimiento preventivo para garantizar un funcionamiento eficiente y estable del sistema (Avalos Blas & Pereyra Minchán, 2024).

Al ser el control de proceso de nivel un sistema realimentado, su salida se compara con una referencia y se utiliza esta diferencia para ajustar el sistema. La realimentación negativa, donde la salida realimentada se resta de la referencia, es la forma más común de realimentación, diseñada para reducir errores y mantener la estabilidad y precisión del sistema (Avalos Blas & Pereyra Minchán, 2024; Basantes Espinoza & López Díaz, 2022).

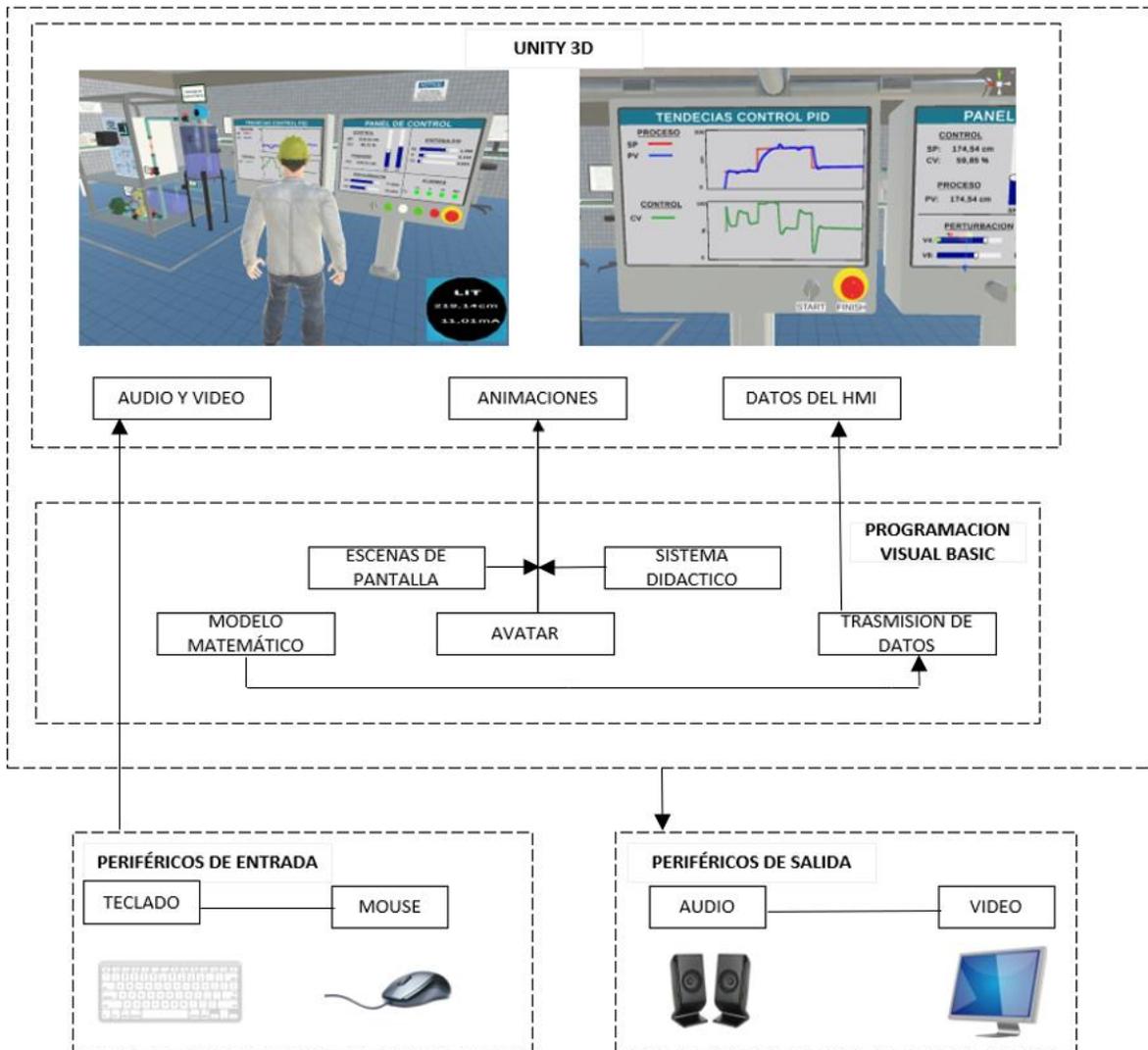
Se analizan todos estos criterios y se desarrolla una estrategia para implementar un entorno virtual en tres dimensiones que simule una estación didáctica de control de procesos industriales. Este entorno está diseñado con elementos, equipos y señalética basados en un banco de prácticas real ubicado en un laboratorio especializado; de esta manera, se ofrece a los usuarios un escenario virtual similar al real, centrado en gráficos y animaciones, complementado con sonidos para mejorar la experiencia educativa. Este enfoque facilita una alta participación de los estudiantes, quienes observan curvas de control y ajustan constantes de sintonización según las necesidades del proceso; además, les permite aplicar conocimientos básicos de control, y contribuir al ahorro de recursos económicos y medioambientales, así como a la seguridad del personal y los equipos involucrados en las prácticas (Pruna et al., 2021).

## **DESARROLLO.**

Se plantea que el entorno se desarrolle en el *software Unity 3D*, en el que se incluyen animaciones y sonidos controlados por el usuario desde el teclado, y se muestra un proceso típico de control de nivel; además, se abordan temas básicos de control de procesos, especialmente en control en lazo cerrado, y se permite ajustar constantes de control a través de una interface humano - maquina o sus siglas en inglés *human machine interface* (HMI) y visualizar las curvas del proceso.

Se emplea el teclado y el ratón del ordenador. Mediante combinaciones específicas de teclas, se realizan movimientos en el entorno virtual y activan funciones como animaciones o reiniciarlas; además, el ratón permite al usuario ajustar los ángulos de visión dentro de la animación, así se facilita la comprensión de todos los aspectos del funcionamiento de la planta (Figura 1).

Figura 1. Estructura del sistema propuesto.



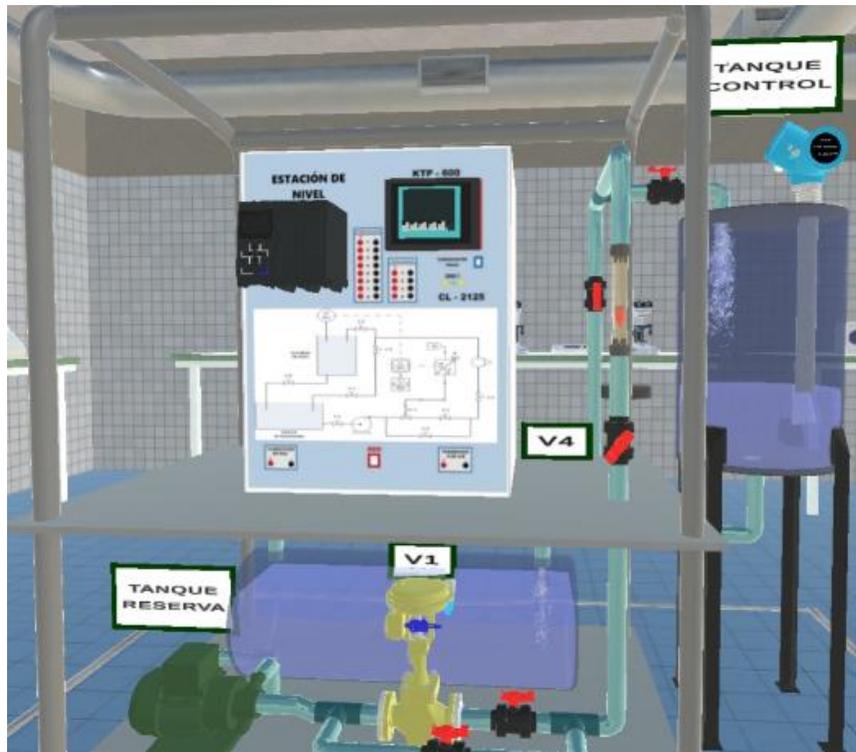
Fuente: elaboración propia.

En los *scripts*, se gestiona la comunicación entre el HMI en el entorno virtual de *Unity 3D* y el *software Visual Basic 6.0*. La animación sigue el modelo matemático de la planta para controlar la respuesta del sistema junto con las variables de ajuste, todo en tiempo real. Esta información se muestra en la pantalla

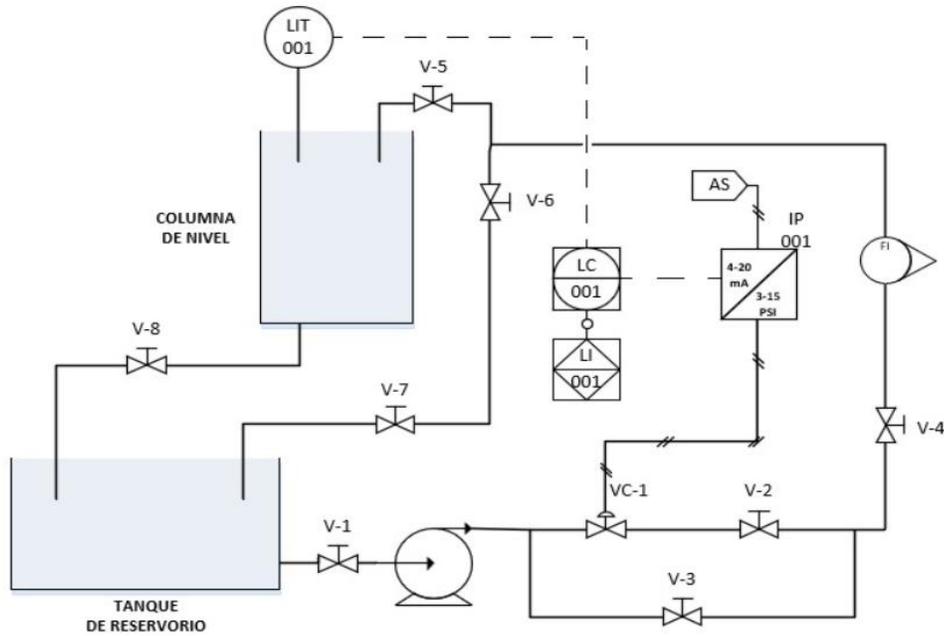
del ordenador y se complementa con sonidos que reflejan el proceso en curso; se proporciona al usuario una experiencia inmersiva y una comprensión completa del funcionamiento; además, los actuadores y sensores ajustan su comportamiento según variables dinámicas como el nivel, el cual actúa conforme a las acciones de control establecidas en dicho modelo.

Para desarrollar el entorno virtual, se ha implementado un sistema didáctico para el control de un proceso de nivel similar al disponible en el laboratorio de automatización y control de la institución superior, donde se lleva a cabo esta investigación, ilustrado en la figura 2. Este sistema incluye un controlador que se encarga de mantener la variable manipulada lo más constante posible respecto a la variable de consigna; integra sensores, indicadores y actuadores, como una bomba, conforme se muestra en la figura 3.

Figura 2. Estación didáctica de un proceso de nivel en *Unity 3D*.



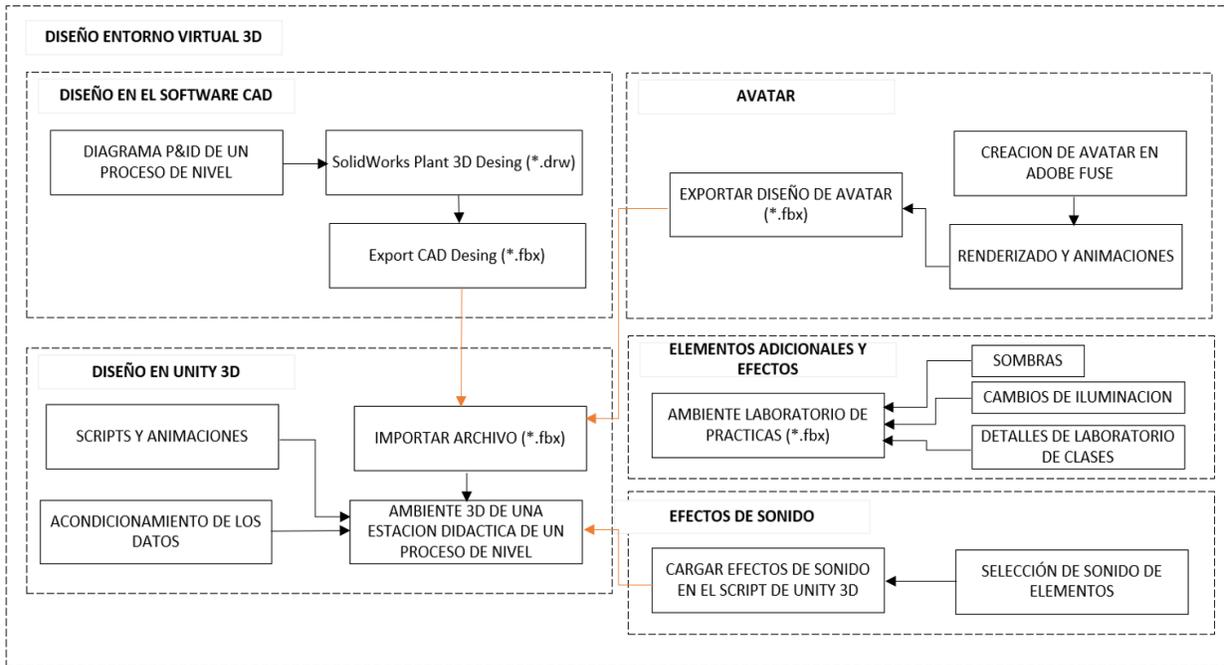
Fuente: elaboración propia. Figura 3. Diagrama P&ID de un proceso de nivel.



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4 se presenta el diagrama del proceso de diseño y creación del entorno virtual, donde los datos relacionados con las variables industriales de los actuadores, mismos se generan a partir del controlador (Roca Cusido, 2014).

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de desarrollo de la aplicación.



Fuente: elaboración propia.

El sistema está diseñado para ofrecer entrenamiento en el control de nivel con un alto grado de detalle y realismo. Para lograr esto, se emplean programas avanzados de diseño en tres dimensiones como *Solidworks* y *3DSMax*, los cuales permiten crear y ajustar elementos industriales dentro de la planta de destilación. Este enfoque asegura que los usuarios experimenten un entorno virtual que refleje fielmente una instalación industrial real y así mejorar la efectividad del aprendizaje.

Se utiliza *SolidWorks* para diseñar elementos en tres dimensiones que formarán parte de la planta, y se guardan los archivos con extensión ".drw". Estos se convierten al formato ".fbx" compatible con *Unity 3D* mediante el uso de *3DSMax*.

Después de obtener los elementos en formato ".fbx", se procede a seleccionarlos desde su ubicación en la carpeta y arrastrarlos hasta la ventana del proyecto en *Unity 3D*. Una vez añadidos, se ajustan dentro de la ventana de escena para que se integren adecuadamente con el diseño general de la planta, tal como se observa en la Figura 5.

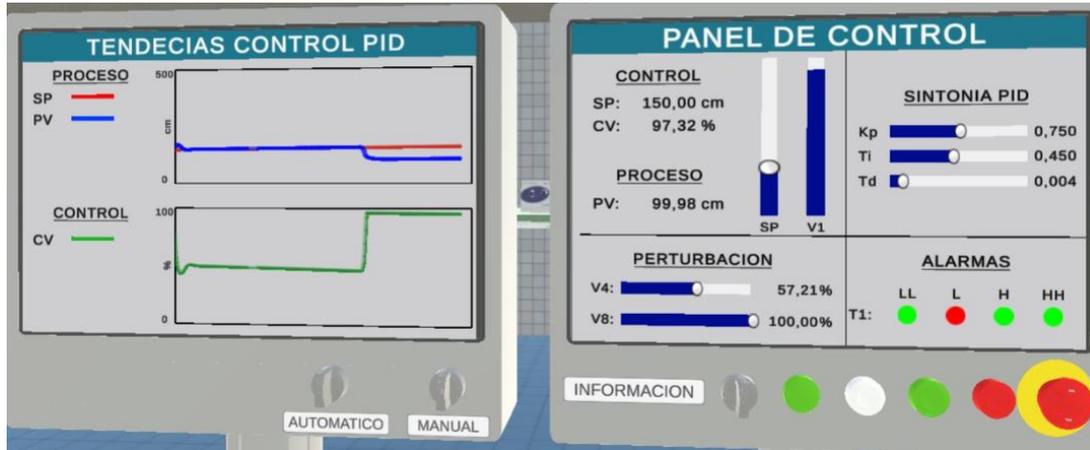
Figura 5. Diseño en tres dimensiones del entorno en *Unity 3D*.



Fuente: elaboración propia.

El HMI del sistema Virtual en tres dimensiones de una estación didáctica se diseñó para ser intuitivo y fácil de usar. Está situado junto al sistema y permite al usuario realizar ajustes necesarios y manejar el controlador. La estructura del HMI se detalla en la Figura 6.

Figura 6. HMI en el entorno virtual.



Fuente: elaboración propia.

El panel de control proporciona información detallada sobre el proceso y sus variables, lo cual permite al operador trabajar eficazmente en cada etapa del proceso industrial. Esta información incluye datos cruciales como variables de sintonización y otros parámetros relevantes que son monitoreados y ajustados para garantizar el funcionamiento adecuado de la planta.

Se han incorporado sonidos ambientales de varios equipos industriales en la animación para aumentar el realismo del entorno. Cuando el avatar se acerca al proceso de nivel en funcionamiento, se reproduce un sonido intenso correspondiente a las bombas, A medida que el usuario se aleja de la planta, el volumen de estos sonidos disminuye.

Para la recolección y análisis de datos se utiliza un enfoque mixto mediante una encuesta aplicada a estudiantes universitarios para evaluar el estado del aprendizaje práctico en laboratorio y abordar la falta de los mismos. La precisión en la medición de esta herramienta permite generalizar ampliamente los resultados. Se enfatiza un orden secuencial donde la recolección de datos juega un rol central en el proceso investigativo (Paredes, 2022).

Se empleó una metodología descriptiva en la investigación para abordar la falta de sistemas didácticos. Este enfoque permite obtener datos reales sobre un caso, situación o población específica, con el fin de proporcionar información confiable. Se concentra en los aspectos más relevantes del objeto de estudio (Parra et al., 2017).

La población seleccionada para esta investigación son estudiantes de la carrera de Automatización y Control de una institución de educación superior en la ciudad de Latacunga, Ecuador, durante el período 2022-2023 (Tabla 1). Estos estudiantes cursaban sexto semestre en la asignatura de Control de Procesos Industriales.

Tabla 1. Población y muestra.

	Población		Muestra		
	<i>n</i>	%		<i>n</i>	%
Estudiantes de la carrera de Electrónica y Automatización	40	100%	Estudiantes de control de procesos industriales del curso “A”	15	50%
			Estudiantes de control de procesos industriales del curso “B”	15	50%

Fuente: elaboración propia.

Se utiliza la técnica de encuesta, un proceso organizado para diseñar, administrar y recolectar datos. Esta metodología permite obtener información detallada sobre variables específicas. Es común en la investigación que los encuestados respondan por escrito a preguntas relacionadas con explorar y establecer relaciones entre las prácticas de control de procesos industriales y la realidad virtual en una institución de educativa superior (Parra et al., 2017).

Se establece tanto un *pre-test* como un *post-test* para analizar la aceptación y el impacto de un entorno virtual tridimensional en prácticas de control de procesos industriales. El cuestionario se divide en cuatro bloques de 10 preguntas cada uno, centrado en el desarrollo cognitivo de conceptos en esta área.

Para el análisis del cuestionario, se aplicó un método cualitativo basado en el criterio de expertos en el área de control de procesos industriales. Se enviaron los resultados de la recopilación de información para que los expertos emitieran sus valoraciones y puntajes, los cuales fueron procesados para obtener conclusiones (Parra et al., 2017; Avalos Blas & Pereyra Minchán, 2024).

Se validó el instrumento a través de la opinión de expertos en control de procesos industriales (Tabla 2), seleccionados entre docentes con experiencia en la asignatura durante los últimos cinco años. Los estudiantes accedieron al instrumento de manera segura online debido a las precauciones por COVID-19, y posteriormente, se analizó la confiabilidad de los datos mediante de Alfa de Cronbach (Tabla 3).

Tabla 2. Análisis del instrumento evaluado mediante juicio de expertos.

Experto	Cargo	Valoración
Jonathan Romero	Docente en la Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.	98%
Esteban Ortega	Ingeniero en Electrónica e Instrumentación.	95%
Edwin Pruna	Docente investigador, universidad de las Fuerzas Armadas ESPEL.	90%

Fuente: elaboración propia.

La tabla indica la aceptación del instrumento *pre-test* y *post-test* por parte de tres profesionales con un cuarto nivel de educación, quienes dominan la asignatura de control de procesos industriales, quienes en base a su experiencia en el aula de clases identificaron que los parámetros evaluados son coherentes con las necesidades al momento de realizar prácticas de laboratorio.

Tabla 3. Fiabilidad de los instrumentos de diagnóstico aplicados mediante el coeficiente de alfa de Cronbach.

Alfa de Cronbach	Elementos
0.812	30

Fuente: elaboración propia.

El instrumento aplicado es una prueba objetiva con opción de respuesta múltiple con información tomada de Smith & Corripio (1985), en la cual presenta una fiabilidad aceptable superior al valor establecido; sin embargo, se presume que la fiabilidad podría subir en función de la muestra, ya que la prueba se realizó con 30 estudiantes de 2 cursos diferentes, cuya población es mucho mayor.

Tabla 4. Resultados de los cuestionarios *Pre-test* aplicados a los estudiantes.

Escala cualitativa	Escala cuantitativa	Resultados	Porcentaje
Excelente	10 puntos	1	3.33%
Muy Bueno	9 puntos	8	26.66%
Bueno	7-8 puntos	15	50.00%
Regular	5-6 puntos	6	20.00%
Deficiente	Menor a 4 puntos	0	0 %
Total		30	100 %

Fuente: elaboración propia.

Antes de implementar la estrategia, que utiliza una estación didáctica de control de procesos industriales mediante el entrenador virtual en tres dimensiones, se realizó un cuestionario entre los participantes. Los resultados indicaron que la mayoría de los estudiantes de la muestra no tienen un dominio práctico adecuado de los contenidos de la materia.

Tabla 5. Resultados de los cuestionarios *post-test* aplicados a los estudiantes después de implementarse la estrategia.

Escala cualitativa	Escala cuantitativa	Resultados	Porcentaje
Excelente	10 puntos	2	6.66%
Muy Bueno	9 puntos	14	46.66%
Bueno	7-8 puntos	13	43.33%
Regular	5-6 puntos	1	3.00%
Deficiente	Menor a 4 puntos	0	0 %
Total		30	100 %

Fuente: elaboración propia.

El análisis muestra que el 96.66% de los participantes (Muy Bueno y Bueno) lograron un desempeño aceptable o superior, lo que sugiere que el entorno virtual en tres dimensiones generó un cambio en relación con el pre-test; sin embargo, aunque no hay participantes en la categoría Deficiente, la presencia de un estudiante en la categoría Regular sugiere que se deben identificar y abordar las necesidades de este individuo para mejorar su comprensión.

### **Propuesta.**

Según las estrategias descritas por Meneses & Medina (2021), se sugiere aplicar las fases de Diagnóstico, Planificación, Aplicación, y Control, las cuales se reconocen como parte integral de procesos sistemáticos que facilitan el aprendizaje práctico del control de procesos industriales.

La metodología empleada en esta investigación está diseñada para optimizar el desarrollo de habilidades prácticas de manera efectiva.

#### *Diagnóstico.*

Se destaca la relevancia de llevar a cabo una evaluación inicial mediante un pre-test, el cual implica la medición de conocimientos a través de un cuestionario compuesto por 10 preguntas. Este proceso sirve como orientación para estructurar la práctica con el uso del entorno virtual en tres dimensiones.

#### *Planificación.*

Se propone una estrategia de aprendizaje para la mejora del conocimiento en control de procesos industriales, centrada en procesos de nivel y el desarrollo de habilidades prácticas. Los participantes incluyen al docente y a los estudiantes, y el recurso principal será un entorno virtual en tres dimensiones, que requiere un ordenador con capacidad de procesamiento y una tarjeta gráfica adecuada para usar *Unity 3D* y *Visual Basic 6.0*.

Tabla 6. Actividad propuesta.

Unidad: Taller práctico en un entorno virtual para control de procesos industriales – variable nivel.	
Objetivo	Facilitar el aprendizaje práctico de los principios de control de nivel en procesos industriales mediante la utilización de herramientas y simulaciones en un entorno virtual, y así promover la comprensión teórica y la aplicación práctica en un contexto digital.
Participantes	30 estudiantes, 1 docente
Actividad	Taller práctico en un entorno virtual
Tiempo	2 momentos de clase: Primer momento: Familiarización con entorno virtual en tres dimensiones. Segundo momento: Aplicación y sintonía de variables de control.
Lugar	Aula de clases
Actividades de Aprendizaje	<p>1. Exploración del Entorno Virtual: Descripción: Los estudiantes navegan por el entorno en tres dimensiones, familiarizándose con los diferentes elementos del sistema de control de nivel. Objetivo: Comprender la disposición y funcionalidad de los componentes en el entorno virtual.</p> <p>2. Interacción con Sensores de Nivel: Descripción: Simular la calibración y uso de diferentes sensores de nivel disponibles en el entorno. Objetivo: Aprender a seleccionar y configurar sensores en el contexto del modelo virtual.</p> <p>3. Configuración de Controladores PID: Descripción: Ajustar y aplicar un controlador PID, utilizar interfaces interactivas dentro del entorno. Objetivo: Entender la implementación práctica de controladores en un entorno simulado.</p> <p>4. Simulación de Escenarios: Descripción: Ejecutar simulaciones para observar cómo el sistema responde a cambios de setpoint y perturbaciones. Objetivo: Analizar el comportamiento dinámico del sistema en tiempo real.</p> <p>5. Ajuste de Parámetros en Tiempo Real: Descripción: Modificar parámetros del controlador (<math>K_p</math>, <math>K_i</math>, <math>K_d</math>) y observar su impacto en la simulación. Objetivo: Identificar la influencia de cada parámetro en la estabilidad del sistema.</p> <p>6. Comparación de Métodos de Control: Descripción: Implementar un controlador On/Off y comparar su desempeño con el controlador PID en situaciones específicas.</p>

	<p>Objetivo: Evaluar las diferencias en el rendimiento entre los dos enfoques.</p> <p>7. Colaboración en Proyectos:  Descripción: Trabajar en equipos para resolver un problema de control de nivel más complejo, con el uso del entorno virtual.  Objetivo: Fomentar el trabajo en grupo y la resolución colaborativa de problemas.</p> <p>8. Presentación de Resultados:  Descripción: Cada estudiante presenta sus hallazgos y la configuración de su sistema en el entorno virtual a la clase.  Objetivo: Desarrollar habilidades de presentación y comunicación en un contexto técnico.</p> <p>9. Análisis de Casos Prácticos:  Descripción: Estudiar y simular casos industriales reales, con el uso del entorno virtual para entender mejor el control de nivel.  Objetivo: Relacionar teoría con aplicaciones prácticas a través de simulaciones.</p> <p>10. Reflexión y Evaluación:  Descripción: Discusión grupal sobre lo aprendido durante el taller y retroalimentación sobre la experiencia en el entorno virtual.  Objetivo: Consolidar el aprendizaje y mejorar futuras experiencias de taller mediante la retroalimentación.</p>
Recurso	Computadoras portátiles con buena capacidad de procesamiento, Entorno virtual en tres dimensiones de una planta didáctica de nivel desarrollado en <i>Unity 3D</i>
Técnica	<p>Cuestionario: Al finalizar el taller, se aplica cuestionarios para obtener retroalimentación sobre el contenido y la experiencia.</p> <p>Evaluación en pares.</p>

Fuente: elaboración propia.

Estas tareas serán aplicables en diversos procesos como flujo, temperatura y presión. Al facilitar el acceso a prácticas de laboratorio, tanto el docente como los estudiantes llevan a cabo las actividades de manera conjunta o individual. Esto no solo fomenta el trabajo en equipo, sino que también introduce dinamismo e innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje en las clases.

#### *Aplicación.*

Se propone a los docentes encargados de ejecutar un taller de Control de Procesos Industriales incorporar las actividades diseñadas en el entorno virtual de *Unity 3D*. Estas actividades incluyen la configuración de controladores, simulaciones de sistemas de nivel y análisis de resultados. Para familiarizarse con el

entorno, se utilizarán diferentes elementos como tanques virtuales, sensores de nivel y configuraciones de control, los cuales presentan distintos niveles de dificultad y desafíos prácticos.

Para ello, se plantean pasos para atender a las destrezas y criterios de desempeño establecidos. A continuación, se presenta el proceso a seguir:

1. Definir objetivos y preparar el entorno virtual en *Unity 3D*.
2. Explicar la importancia del control de procesos y su aplicación práctica.
3. Realizar un recorrido guiado por el entorno virtual para entender su uso.
4. Ejecutar actividades individuales, planteadas en la planificación.
5. Aplicar un cuestionario formal para evaluar el conocimiento adquirido durante el taller
6. Documentar y analizar los resultados obtenidos de las simulaciones.
7. Presentar los hallazgos y configuraciones a través de informes o presentaciones.
8. Facilitar una discusión final sobre lo aprendido y su aplicación futura.

#### *Control.*

Se plantean diversas acciones para garantizar el cumplimiento de las actividades del taller. Estas incluyen el uso de rúbricas de evaluación para abordar posibles dificultades, la realización de evaluaciones formativas al finalizar cada etapa para identificar fortalezas y debilidades, y la recolección de opiniones de los estudiantes para realizar ajustes necesarios; además, los docentes del área de ingeniería validarán la estrategia de aprendizaje del entorno virtual, asegurándose de que cumpla con los requisitos para su adecuada implementación, mediante una lista de verificación institucional, y se prevé su aplicación en todos los niveles educativos de la institución.

A continuación, se presenta la rúbrica que servirá como herramienta de evaluación para el desarrollo de las actividades prácticas en control de procesos industriales, con el uso de realidad virtual en tres dimensiones.

Tabla 6. Rúbrica de evaluación como mecanismo de control.

Criterio	Indicadores	Puntuación	Comentario
Conocimiento conceptual	- Responde correctamente a preguntas del cuestionario y demuestra comprensión de conceptos clave.	/4	
Aplicación práctica	- Implementa correctamente el entorno virtual y realiza las simulaciones adecuadas.	/3	
Análisis y reflexión	- Analiza los resultados obtenidos y reflexiona sobre su aprendizaje y mejoras necesarias.	/2	
Presentación final	- Presenta sus hallazgos de manera clara y organizada, mediante el formato requerido.	/1	

Fuente: elaboración propia.

Se detalla los resultados de la presente investigación sobre la implementación de un entorno virtual en tres dimensiones de una estación de nivel para el aprendizaje de control de procesos industriales. La estrategia fue bien recibida tanto por los estudiantes como por los docentes, lo que refleja un alto nivel de aceptación y motivación; además, al aplicar un *pre-test* y un *post-test* (Tabla 7).

Tabla 7. Rúbrica de evaluación como mecanismo de control.

Escala cualitativa	Resultado Pre-test	Resultados Post-test
Excelente	3.33%	6.66%
Muy Bueno	26.66%	46.66%
Bueno	50.00%	43.33%
Regular	20.00%	3.00%
Deficiente	0 %	0 %
Total	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

La tabla presenta los resultados del *pre-test* y *post-test*, evidenciando una clara evolución en el rendimiento de los estudiantes tras la implementación del entorno virtual tridimensional de un entrenador didáctico para la asignatura de control de procesos industriales.

Los datos obtenidos respaldan la efectividad de esta herramienta como parte de una estrategia de aprendizaje estructurada en cuatro pasos: diagnóstico, planificación, aplicación, y control.

Los resultados del *post-test* demuestran un avance notable en el aprendizaje de los estudiantes, reflejado en el aumento de porcentajes en las categorías "Excelente" y "Muy Bueno", así como en la drástica disminución de aquellos en la categoría "Regular". Esto sugiere que los estudiantes no solo han adquirido conocimientos, sino que también han desarrollado habilidades prácticas esenciales para la asignatura.

Este estudio confirma que la implementación del entorno virtual tridimensional de una estación de nivel, en conjunto con la estrategia de aprendizaje utilizada, ha sido una herramienta efectiva para mejorar la comprensión de control de procesos industriales. Esto garantiza que más estudiantes se beneficien de una formación integral y moderna en esta área crítica, evidenciando así la validez de esta metodología en el contexto educativo.

## **CONCLUSIONES.**

La implementación del entorno virtual en tres dimensiones ha demostrado ser efectiva en la mejora del aprendizaje de control de procesos industriales de nivel, se facilita la comprensión de conceptos teóricos a través de prácticas interactivas.

Los estudiantes han mostrado una buena aceptación del entorno virtual, lo que sugiere que esta metodología es atractiva, motivadora y contribuye a un ambiente de aprendizaje positivo.

El entorno virtual mediante el uso del *software Unity* de diseño en tres dimensiones no solo complementa los conocimientos teóricos adquiridos, sino que también promueve un aprendizaje activo, así como permite a los docentes aplicar y experimentar con los conceptos en un contexto simulado, característico de la aplicación desarrollada.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. Avalos Blas, A. F., & Pereyra Minchán, C. A. (2024). Análisis comparativo en el tiempo de establecimiento de un control clásico PID y un Control Difuso para el proceso de Control de Nivel. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/31692>
2. Basantes Espinoza, S. B., & López Díaz, J. A. (2022). Implementación de un sistema de control de nivel de líquido aplicando un controlador en cascada con monitoreo mediante un dispositivo móvil [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22821>
3. Cabrera Méndez, T. (2023). Control de procesos industriales simulados en Factory I/O. <https://repositorio.uo.edu.cu/handle/123456789/1539>
4. Meneses, S., & Medina, P. (2021). Estrategia metodológica basada en tecnologías de la información y comunicación en expresión oral del idioma inglés. *INNOVA Research Journal*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n1.2021.1463>
5. Navarro Londoño, J. P., & Vallejo Sánchez, L. E. (2020). Realidad Virtual bajo una visión modular de Industria 4.0. <http://hdl.handle.net/11371/3374>
6. Paredes, M. (2022). Estrategia metodológica a través del pensamiento computacional para el aprendizaje de Matemática. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/9550>
7. Parra, P., Garcés, L., Terán, A., & Vega, N. (2017). Análisis descriptivo de procesos industriales en ingeniería industrial. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14913>
8. Pruna, E., Balladares, G., & Teneda, H. (2021). 3D Virtual System of a Distillation Tower, and Process Control Using the Hardware in the Loop Technique. En L. T. De Paolis, P. Arpaia, & P. Bourdot (Eds.), *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics* (pp. 621-638). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4\\_45](https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4_45)
9. Pruna Panchi, E. P., & Andaluz Ortiz, V. H. (2018). Virtual reality as a tool for the cascade control learning. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95270-3\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95270-3_20)

10. Roca Cusido, A. (2014). Control Automático de Procesos Industriales. Ediciones Diaz de Santos S.A.
11. Sardoth Redondo, A. A., & Cruz Rueda, D. A. (2020). Desarrollo de una planta con control PID de temperatura, nivel y peso para la simulación de variables de procesos industriales con autómatas programables. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4194>
12. Smith, C. A., & Corripio, A. B. (1985). Principles and practice of automatic process control. Wiley.
13. Valencia Bustinza, H. (2019). Aplicación de la tecnología de Realidad virtual inmersiva (Industria 4.0) para la mejora del proceso de capacitación en Seguridad y Salud Ocupacional en la Empresa Minera Antamina S.A, Huari, Ancash – 2019. Universidad Andina del Cusco. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3507>
14. Valencia Salazar, P. (2022). Determinación de un modelo de sistema adecuado para la automatización de un laboratorio de control de procesos. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/372279>
15. Paredes Guijarro, María del Carmen (2022) Estrategia metodológica a través del pensamiento computacional para el aprendizaje de matemática. Repositorio Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato. [https://rraae.cedia.edu.ec/Record/PUCESA\\_08245a3cdddacefeb76758dba253f0](https://rraae.cedia.edu.ec/Record/PUCESA_08245a3cdddacefeb76758dba253f0)

#### DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Hugo Andrés Teneda Ardila.** Ingeniero en Electrónica e Instrumentación, Universidad de las fuerzas Armadas ESPE-L. Correo electrónico: [hateneda@pucesa.edu.ec](mailto:hateneda@pucesa.edu.ec).
2. **Ricardo Patricio Medina Chicaiza.** Máster en Marketing Digital y Comercio Electrónico. Docente en Universidad Técnica de Ambato. Ecuador y Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2736-8214> Correo electrónico: [ricardopmedina@uta.edu.ec](mailto:ricardopmedina@uta.edu.ec); [pmedina@pucesa.edu.ec](mailto:pmedina@pucesa.edu.ec)

**RECIBIDO:** 24 de septiembre del 2024.

**APROBADO:** 18 de octubre del 2024.