



*Análisis de Técnicas y Modelos en la Virtualización de Prendas de Ropa:  
Métodos Actuales y Desafíos en el Ajuste de Probadores Virtuales*

*Analysis of Techniques and Models in the Virtualization of Clothing: Current  
Methods and Challenges in the Adjustment of Virtual Fitting Rooms*

*Análise de Técnicas e Modelos na Virtualização de Peças de Vestuário: Métodos  
Atuais e Desafios na Adaptação de Provadores Virtuais*

Diego Alejandro Cáceres-Veintimilla <sup>I</sup>  
[diego.caceres@epoch.edu.ec](mailto:diego.caceres@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0498-1240>

Katherine Adriana Merino-Villa <sup>II</sup>  
[kathetine.merino@epoch.edu.ec](mailto:kathetine.merino@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0001-0616-9611>

Juan Carlos Yungán-Cazar <sup>III</sup>  
[jyungan@epoch.edu.ec](mailto:jyungan@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-5682-0399>

Edgar Gualberto Salazar-Álvarez <sup>IV</sup>  
[edgar.salazar@epoch.edu.ec](mailto:edgar.salazar@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0988-0641>

**Correspondencia:** [diego.caceres@epoch.edu.ec](mailto:diego.caceres@epoch.edu.ec)

Ciencias de la Comunicación  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 20 de junio de 2024 \* **Aceptado:** 06 de julio de 2024 \* **Publicado:** 16 de agosto de 2024

- I. Magister en Evaluación y Auditoría de Sistemas Tecnológicos, Ingeniero en Sistemas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Riobamba, Ecuador.
- II. Magíster en Seguridad Telemática, Máster Universitario en Dirección y Gestión de Tecnología de la Información, Ingeniera en Electrónica Telecomunicaciones y Redes, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Riobamba, Ecuador.
- III. Magíster en Interconectividad de Redes, Ingeniero en Sistemas Informáticos, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo sede Morona Santiago, Riobamba, Ecuador.
- IV. Magíster en Matemática Básica, Ingeniero en Sistemas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago. Riobamba, Ecuador.

## Resumen

Este artículo presenta un análisis completo de la adopción de modelos de aprendizaje profundo en el ámbito de los probadores virtuales de moda. El estudio examina cómo pueden aplicarse estas tecnologías avanzadas para optimizar la experiencia de compra en línea, desde los métodos tradicionales hasta las últimas innovaciones en inteligencia artificial.

Se examina la aplicación de modelos de Deep learning al modelado de ropa en entornos virtuales, destacando como estos modelos permiten una representación más precisa y realista de la ropa en el cuerpo del usuario. Se analizan diversas metodologías y herramientas que se han desarrollado para adaptar la ropa a la postura y personalidad del usuario, así como aplicaciones móviles que facilitan la compra virtual.

También se analizan los últimos avances en redes generativas y algoritmos afines que han mejorado notablemente la capacidad de segmentar, redimensionar y reconstruir imágenes de ropa de forma más detallada y realista. Además, se analizan los principales retos a los que se enfrentan los modelos actuales, como la adaptación a situaciones complejas y la necesidad de generar imágenes de alta calidad.

Este análisis proporciona información sobre cómo los modelos de Deep learning están transformando los probadores virtuales, así como las tendencias futuras y las posibles mejoras en este campo emergente de la moda digital.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial; Moda digital; Entornos virtuales.

## Abstract

This article presents a comprehensive analysis of the adoption of deep learning models in the field of virtual fashion fitting rooms. The study examines how these advanced technologies can be applied to optimize the online shopping experience, from traditional methods to the latest innovations in artificial intelligence.

The application of deep learning models to clothing modeling in virtual environments is examined, highlighting how these models allow for a more accurate and realistic representation of clothing on the user's body. Various methodologies and tools that have been developed to adapt clothing to the user's posture and personality are analyzed, as well as mobile applications that facilitate virtual shopping.

The latest advances in generative networks and related algorithms that have significantly improved the ability to segment, resize and reconstruct clothing images in a more detailed and realistic way are also analyzed. In addition, the main challenges faced by current models are analyzed, such as adapting to complex situations and the need to generate high-quality images. This analysis provides insights into how deep learning models are transforming virtual fitting rooms, as well as future trends and potential improvements in this emerging field of digital fashion.

**Keywords:** Artificial intelligence; Digital fashion; Virtual environments.

## Resumo

Este artigo apresenta uma análise abrangente da adoção de modelos de aprendizagem profunda na área dos provadores virtuais de moda. O estudo examina como estas tecnologias avançadas podem ser aplicadas para otimizar a experiência de compra online, desde os métodos tradicionais até às mais recentes inovações em inteligência artificial.

É examinada a aplicação de modelos de Deep Learning à modelagem de vestuário em ambientes virtuais, destacando-se como estes modelos permitem uma representação mais precisa e realista do vestuário no corpo do utilizador. São analisadas diversas metodologias e ferramentas que têm sido desenvolvidas para adaptar a roupa à postura e personalidade do utilizador, bem como aplicações móveis que facilitam as compras virtuais.

São também discutidos os últimos avanços em redes generativas e algoritmos relacionados, que melhoraram significativamente a capacidade de segmentar, redimensionar e reconstruir imagens de vestuário de forma mais detalhada e realista. Além disso, são analisados os principais desafios enfrentados pelos modelos atuais, como a adaptação a situações complexas e a necessidade de gerar imagens de alta qualidade.

Esta análise fornece informações sobre como os modelos de aprendizagem profunda estão a transformar os provadores virtuais, bem como as tendências futuras e as potenciais melhorias neste campo emergente da moda digital.

**Palavras-chave:** Inteligência artificial; Moda digital; Ambientes virtuais.

## Introducción

Con los avances tecnológicos y la creciente demanda de soluciones digitales, los vestidores virtuales están ganando popularidad y relevancia en la industria de la moda y el comercio electrónico. Diseñadas con modelos avanzados de inteligencia artificial, estas salas virtuales representan un avance significativo en la forma en que los consumidores interactúan con los productos. La tecnología permite a los usuarios probarse ropa de manera virtual, sin tener que visitar una tienda física, revolucionando la experiencia de compra y abriendo nuevas posibilidades en la forma de presentar y vender la moda.

El desarrollo de tecnologías de equipos virtuales ha sido impulsado por la necesidad de proporcionar una experiencia más inmersiva y cómoda para los usuarios. A medida que evolucionan las expectativas de los consumidores, también lo hacen las herramientas y tecnologías diseñadas para satisfacer esas demandas. Los equipos virtuales no solo facilitan la compra de ropa desde cualquier lugar, sino que también ayudan a reducir las devoluciones y mejorar la satisfacción del cliente al permitir una visualización más precisa del ajuste y el estilo de las prendas.

El propósito de este artículo es brindar un análisis detallado de las técnicas y modelos utilizados en la virtualización de prendas de vestir. Se explorarán las tecnologías y herramientas emergentes que abordan los desafíos asociados con la adaptación virtual, enfocándose en cómo estas innovaciones están transformando la industria de la moda. La investigación pretende responder preguntas clave como: ¿Qué tecnologías se utilizan para virtualizar las prendas? ¿Cuáles son los principales obstáculos que enfrentan los modelos para representar eficazmente entornos virtuales? Para llevar a cabo este análisis se realizará una revisión exhaustiva de la literatura existente, evaluando los métodos y modelos más utilizados en diferentes escenarios de virtualización de ropa. Se revisarán estudios de casos anteriores para analizar los resultados en términos de precisión, efectividad y posibles fallas. Este enfoque integral permitirá una evaluación crítica de la efectividad de las cabinas de prueba virtuales en su fase de desarrollo, identificando áreas de mejora y posibles oportunidades para avanzar en esta tecnología.

Este artículo está estructurado de modo que cada sección aborda aspectos clave del análisis de las tecnologías de virtualización. Primero, se presenta una revisión detallada de la literatura para analizar las tecnologías actualmente disponibles en el mercado. Tras profundizar en la motivación detrás del estudio, se destaca la importancia y el impacto de estas tecnologías en la industria.

Finalmente se realiza un análisis completo de cada modelo, evaluando su precisión en la caracterización y segmentación de la ropa virtual.

El análisis no sólo proporciona una visión completa del estado actual de la tecnología de virtualización de prendas de vestir, sino que también proporciona información valiosa sobre cómo mejorar la experiencia del cliente y optimizar los procesos en el entorno digital. Los resultados de esta investigación tienen el potencial de influir en la forma en que las empresas integran estas tecnologías en sus estrategias de comercialización, mejorando así la eficiencia operativa y la satisfacción del usuario final.

## Contexto

A continuación, se presentan una revisión de diversas investigaciones bibliográficas que detallan aspectos específicos relacionadas con la problemática de la investigación, centrada en el análisis de diferentes algoritmos de deep learning implementados para los probadores de ropa virtuales. Estas investigaciones fueron seleccionadas a partir de una búsqueda en las bases de datos académicas como Google Scholar, Scopus, SciELO y se clasificaron de acuerdo con su relevancia y aparición en las principales journals científicas

Tuan, Thai Thanh and Minar, Matiur Rahman and Ahn, Heejune and Wainwright, John [1] relatan que se presenta un modelo 3D-MPVTON que utiliza el método de reconstrucción de ropa 3D basado en CloTH-VTON para muchas imágenes experimentales. A diferencia de los métodos anteriores que utilizaban tecnología de deformación 2D que no podrían adaptarse a la deformación de diferentes tipos de ropa necesarios para cada imagen, 3D-MPVTON muestra una alta capacidad para producir un resultado natural que crea diferentes formas. El estudio muestra que la reconstrucción de la fuerza de la ropa en 3D en CloTH-VTON puede proporcionar resultados más realistas en términos de deformación de la ropa en comparación con 3D-MPVTON, lo que resulta en una mayor deformación de la ropa en diversas situaciones. Este artículo también destaca la importancia de la precisión en la segmentación de objetivos y el mapeo de formas textiles en modelos 3D, presentando métodos de capacitación innovadores y mapeando los pasos necesarios para lograr resultados de pruebas en línea de alta calidad. Los experimentos realizados en el conjunto de datos MPV muestran que 3D-MPVTON produce tejidos más realistas con diferentes tratamientos en comparación con MG- VTON y CloTH-VTON+.

A pesar de estos avances, 3D-MPVTON, al igual que Cloth- VTON+ en su forma independiente, está limitado en el proceso de producción de prendas en 3D y en los programas de transferencia de imágenes y modelos de clientes. Se necesita más investigación para aplicar este modelo a diferentes tipos de ropa, como medias y faldas, y para reproducir los pliegues y arrugas de la ropa que se usa en el cuerpo humano.

Shah, Kshitij and Pandey, Mridul and Patki, Sharvesh and Shankarmani, Radha [2] relata que el aumento de los ingresos y los cambios en el estilo de vida de la clase media están revolucionando el comercio minorista, sobre todo en los centros comerciales. A medida que crece la población, aumenta la demanda de ropa en estos centros. Para hacer frente a este problema, se creó una aplicación para móviles Android que utiliza OpenCV y TensorFlow Lite y que permite a los clientes probarse virtualmente la ropa sin necesidad de comprar prendas grandes. Esta app ofrece una experiencia de compra rápida, sencilla y precisa.

Yao, Jinliang and Zheng, Haonan [3]. En esta redacción se menciona el método mediante el cual busca que los clientes puedan elegir ropa en línea permitiendo adaptarse a posturas complejas. Donde mediante el uso de métodos como VITON- HD para lo que corresponde segmentar las prendas de la persona, donde se resalta cada prenda que dispone el modelo de imagen en 2D. Permitiendo al modelo LC-VTON capturar dicha segmentación y redimensionar la nueva prenda a colocar en la misma pose y estructura. Permitiendo devolver como resultado una imagen del modelo con la nueva prenda colocada implementando segmentación y caracterización.

Minar, Matiur Rahman and Tuan, Thai Thanh and Ahn, Heejune [4]. En este artículo, los autores presentan CloTH- VTON+, una solución completamente automática de prueba virtual de ropa basada en imágenes, diseñada para la moda. Su trabajo anterior, CloTH-VTON, había propuesto un método de reconstrucción de ropa en 3D a partir de una sola imagen de la prenda, permitiendo la aplicación de deformaciones en 3D. Partiendo de la base de CloTH-VTON, desarrollaron una tubería totalmente automática para la reconstrucción de ropa en 3D a partir de una imagen única, utilizando la región de segmentación de ropa objetivo-generada por la red de segmentación propuesta.

Las pruebas realizadas con el conjunto de datos VITON demostraron que CloTH-VTON+ maneja mejor los casos de prueba virtual para personas con diversas poses y ropa de manga larga en comparación con los métodos 2D anteriores. Aunque se enfocan en aplicaciones de prueba virtual



de ropa para poses fijas, el método central de deformación de ropa también puede aplicarse a aplicaciones de múltiples poses y videos.

Sin embargo, reconocen que el rango de aplicación del método propuesto para la reconstrucción y deformación de ropa en 3D aún está limitado a prendas más simples y ajustadas. Por lo tanto, el siguiente paso de este estudio será ampliar el método para incluir ropa suelta o conjuntos de múltiples capas complejas. Además, en este artículo, se destaca un enfoque híbrido que combina las fortalezas de las redes neuronales y las tecnologías de gráficos por computadora. Los autores creen que la tecnología emergente de redes neuronales graficas podría integrar ambas tecnologías en un dominio unificado.

Islam, Tasin and Miron, Alina and Liu, Xiaohui and Li, Yongmin [5]. En esta revisión, los autores han clasificado los modelos de prueba virtual basados en deep learning en tres categorías según su funcionalidad: basados en imágenes, multiposes y video. Para cada una de estas categorías, se han proporcionado ejemplos exhaustivos de modelos y se han resumido sus detalles técnicos y contribuciones. También se han identificado similitudes en cuanto a los métodos utilizados por los investigadores.

Además, se ha examinado los conjuntos de datos empleados por estos modelos, incluyendo el número de imágenes/videos y sus resoluciones. Se ha observado que los investigadores tienden a realizar comparaciones cualitativas al comparar las imágenes sintetizadas con trabajos previos. Adicionalmente, llevan a cabo evaluaciones cuantitativas utilizando diversas métricas y conjuntos de datos de referencia.

Se han discutido las debilidades de los modelos de prueba virtual basados en deep learning, como la incapacidad para preservar las características y texturas de la ropa y las dificultades para aplicar la prenda al cuerpo de la persona. También se ha abordado el sesgo en los conjuntos de datos, que en su mayoría presentan imágenes de mujeres posando frente a un fondo blanco con una diversidad limitada de ropa. Esto puede afectar negativamente la capacidad del modelo para manejar tipos de prendas menos comunes.

Finalmente, se ha examinado cómo las pruebas virtuales afectan los atributos y factores que conducen a la satisfacción del cliente. Se ha demostrado que los investigadores destacan los beneficios que los clientes pueden disfrutar, lo que también reduce las devoluciones y optimiza las tasas de conversión para las empresas.

Yu, Li and Zhong, Yueqi and Wang, Xin [6]. En este artículo, se relata cómo proponen una red de prueba virtual para la implementación basada en I-VTON. El cuál permite a los usuarios probarse ropa seleccionada. Transformando y adaptando según la necesidad del usuario. Donde este modelo extrae las características por separado de la ropa y del usuario. Considerando que este modelo está en un procedimiento con resultado incompleto ya que tiene una tasa de pérdida alta ante los resultados.

Hwangbo, Hyunwoo and Kim, Eun Hie and Lee, So- Hyun and Jang, Young Jae [7]. Este estudio ha revelado tres hallazgos clave a través del desarrollo de la prueba virtual y el análisis de sus efectos en los resultados de ventas. En primer lugar, se ha creado un modelo 3D virtual que refleja de manera más detallada el tamaño y tipo basados en las medidas del cliente, lo que lo hace más realista y natural. En segundo lugar, los clientes respondieron positivamente a este servicio. El hallazgo más significativo es que la tasa de devoluciones disminuyó en un 27 % gracias a este servicio. Se utilizaron los datos consolidados de ventas netas de clientes de Lucky Chouette, una línea de ropa casual femenina de Kolon FnC, desde el 1 de junio hasta el 13 de agosto de 2017. Se examinaron un total de 105 SKUs de estilos S/S 2017, y 8,058 clientes utilizaron el servicio de prueba virtual. Durante este periodo de 2.5 meses, se realizaron 11,029 transacciones.

Sin embargo, este estudio tiene varias implicaciones para investigadores y profesionales. En primer lugar, contribuye a nuestra comprensión de la relación completa entre la prueba virtual, las ventas reales y la experiencia del cliente, y estima los efectos reales de las ventas mediante minería de datos. En segundo lugar, contribuye a la investigación de sistemas de información (IS) al utilizar datos de clientes para estudiar los efectos de un servicio de prueba virtual en los resultados de ventas. La investigación previa carecía de un examen de los efectos de una prueba virtual en las ventas con datos reales de clientes. En tercer lugar, en esta investigación, se entrevistó a los clientes del servicio de prueba virtual basándose en la investigación cualitativa como una forma de extraer los conceptos para utilizar el servicio de prueba virtual. Estos conceptos extraídos se aplicaron a la teoría del valor del cliente para interpretar y explicar la experiencia de los clientes.

Este estudio también tiene implicaciones prácticas para el uso de los servicios de prueba virtual. A medida que aumenta el interés en el servicio de prueba virtual, muchas empresas de moda intentan adoptar este servicio. Este estudio puede proporcionar directrices para las empresas que amplían su negocio al comercio en línea y para aquellas que planifican y operan el servicio de prueba virtual. Debido a la tendencia de la reticencia al contacto físico debido a la COVID-19 junto con el



desarrollo de la tecnología de la información, las actividades de comercio en línea de servicios sin contacto están en auge. De acuerdo con esta tendencia y el comportamiento de consumo, este estudio no solo mejora la conveniencia y el nivel de satisfacción de los consumidores, sino que también contribuye al aumento de beneficios de los minoristas en línea.

Ma, Hui and Hu, Zhuhua and Zheng, Yan [8]. Este artículo propone un modelo de prueba virtual con características de rendimiento mejoradas. Mediante el uso de un bloque residual mejorado de redes de compresión y excitación (SENet) y un bloque de codificación de estilo representado por el bloque Pyramid Squeeze Attention (PSA), mediante el cual el modelo enriquece la información de contenido y estilo, mejora la capacidad de representación de características y la imagen reconstruida conserva más detalles.

Jin, Hyun-Woo and Kang, Dong-Oh [9]. Mediante este artículo se detalla como la implementación de IA, permite solventar la necesidad de solventar las necesidades en el mercado actual. Donde detalla sobre la mayoría de las investigaciones se basan en la implementación de VTON, el cual permite segmentar y cambiar partes de una imagen, adaptando a las necesidades. Donde además define que este es un problema debido a la provisión limitada de imágenes para el conjunto de datos, permitiendo de esta forma limitar un instante al modelo mediante el cual se hará el try on. Considerando como VTON, uno de los modelos indispensables para solventar las mediciones cuantitativas y experimentales.

Mishra, Achintya and Kaintura, Shubhanshu and Yadav, Yogesh Singh and Joshi, Vishal and Vaidya, Himadri and Ka- pruan, Akanksha [10]. Relatan en su artículo que el principal objetivo del estudio corresponde ser determinar y explorar el impacto de las redes generativas adversariales. Mediante las cuales se consideran un factor de gran ayuda para la industria de la moda. Donde trata de unir la inteligencia artificial, con la vida cotidiana. Permitiendo agregar lo que corresponde un modelo conocido como GAN. El cual mediante el uso de Machine Learning y Computer Vision. Donde esto aborda que existen obstáculos muy grandes en la industria de la moda hacia un futuro atractivo y personalizado.

Song, Yang and Zhang, Jianming and Wang, Zhijian [11]. Mediante el siguiente artículo se detalla cómo se ha realizado pruebas basadas en imágenes las cuales se consideran una gran base de datos para realizar el entrenamiento y el análisis de las prendas. Considerando esto se considera que en el modelo se permite hacer una categorización para realizar la segmentación y analizar las pruebas con el modelo SCVTON. Mediante el cual permite introducir un módulo de síntesis de etiquetas

semánticas para la predicción semántica. Además, proponen utilizar las etiquetas semánticas las cuales permiten modular las activaciones de cada capa para la normalización a través de las redes, permitiendo obtener resultados cualitativos y cuantitativos para las tareas del modelo.

Hu, Jianhua and Wu, Weimei and Ding, Mengjun and Huang, Xi and Deng, Zhi Jian and Li, Xuankai [12]. En el presente artículo se detalla el estudio mediante un Sistema el cual permite la adaptación virtual considerando la funcionalidad de Deep Learning el cual permite a los usuarios considerar experimentar un try-on con imágenes pre definidas segmentando las características de la imagen. Donde este experimento se ha considerado mediante el uso de la red generativa GAN, considerando que a la imagen modificada permite generar a detalle la imagen con sus características. El principal paso que consideran para un resultado realista se detalla que se necesita predecir un el diseño semántico de la imagen tomando como referencia las segmentaciones de prendas y mediante el conjunto del modelo GAN permite rediseñar la característica para realizar el correspondiente ajuste a la nueva imagen generada.

Chang, Yuan and Peng, Tao and He, Ruhan and Hu, Xinrong and Liu, Junping and Zhang, Zili and Jiang, Minghua [13]. Los autores detallan que últimamente se ha prestado gran atención a los sistemas de prueba virtuales basados en imágenes, cuyo objetivo es transferir una prenda de vestir concreta a la zona correspondiente de una persona. Sin embargo, al día de hoy resulta un poco complejo el implementar esta novedad ya que para ello se requieren de varios modelos para su implementación. Es por ende que mediante el modelo DP- VTON, permite tratar de asimilar un rediseño de la imagen. Donde tiene como características la inicial corresponde ser la segmentación del área específica donde se encuentra la prenda a realizar el correspondiente cambio. Posterior detallan que se necesita una redimensión total de la nueva prenda para tratar de ajustarla, generando una nueva imagen.

Cho, Yunmin and Ray, Lala Shakti Swarup and Thota, Kundan Sai Prabhu and Suh, Sungho and Lukowicz, Paul [14]. Los autores resaltan que la compra de ropa en línea se ha vuelto cada vez más popular, pero la alta tasa de devoluciones debido a problemas de talla y ajuste sigue siendo un gran desafío. Por ende, tratan de detallar la implementación de modelos los cuales permiten solventar esta necesidad. En el artículo detallan la implementación de un modelo llamado ClothFit, que puede predecir la forma de caída de una prenda en un cuerpo objetivo en función del tamaño real de la prenda y los atributos humanos. El método que detallan implementar considera usa las bases del

modelo U-Net que incorpora atributos humanos y de tela para guiar la síntesis de prueba virtual realista.

Han, Xintong and Huang, Weilin and Hu, Xiaojun and Scott, Matthew [15]. Los autores detallan la implementación de un modelo llamado ClothFlow, el cual es un modelo generativo basado en el flujo de la apariencia permitiendo sintetizar personas vestidas para la generación y segmentación de la misma considerando las posturas. Este modelo considera se utiliza cambios geométricos y transfiere naturalmente la apariencia para lograr sintetizar en una nueva imagen. Donde este considera un proceso para tratar de realizar la implementación, mediante las cuales se detalla primero el condicionamiento de una pose, para obtener patrones y características relevantes. Segundo se considera la construcción de las redes que permite extraer las características para analizar los patrones y poder finalmente generar las regiones con la prenda deformada como entrada y dando de salida la nueva prenda. Todo lo implementado se considera mediante el modelo ClothFlow el cual se ha definido con cada uno de sus conceptos, además, el cual ha sido entrenado mediante la base de datos VITON, el cual consideran un dataset muy extenso para los entrenamientos

Toliya, Nikita Paras and Chadaga, Neha B and Harshitha, Rm and Dhruva, M and Nagarathna, N [16]. Los autores detallan en el artículo que las plataformas de comercio enfocadas en la moda han demostrado un gran potencial para mejorar la experiencia del usuario y aumentar la satisfacción del cliente mediante soluciones virtuales basadas en imágenes, como explican los autores en el artículo. No obstante, debido a su incapacidad para tener en cuenta posturas y modificaciones particulares del cliente, las soluciones en 2D actuales no ofrecen una experiencia completamente satisfactoria. La reconstrucción de imágenes de alta calidad de la ropa resulta complicada debido a que estas soluciones dependen en gran medida de modelos generativos.

Tong, Jing and Zhou, Jin and Liu, Ligang and Pan, Zhigeng and Yan, Hao [17]. En este artículo, se presenta un nuevo sistema que utiliza tres Microsoft Kinects para escanear cuerpos humanos completos en 3D de manera sencilla. El método propuesto puede manejar la alienación no rígida con restricciones de cierre de bucle y complejas oclusiones. Un algoritmo de registro en dos etapas realiza primero una deformación pareada en el campo de geometría, y luego se adopta una alineación global en el campo de deformación. Nuestro algoritmo es eficiente y de bajo consumo de memoria. El sistema es capaz de generar cuerpos humanos 3D convincentes a un costo muy bajo y tiene un buen potencial para aplicaciones orientadas al hogar para usuarios cotidianos.

La calidad de los modelos reconstruidos mediante el sistema aún es deficiente para algunas aplicaciones específicas debido a la baja calidad de los datos de profundidad capturados por los Kinects. En el futuro, planean investigar enfoques más sofisticados de reducción de ruido y superresolución para mejorar la calidad de la profundidad, así como sintetizar detalles finos en el modelo resultante. También se plantean comparar los resultados obtenidos con sistemas de escaneo de alta precisión para una mejor evaluación. Aunque el problema de las oclusiones complejas puede manejar razonablemente utilizando el método de registro global, aún se produjeron desalineaciones durante el experimento.

Analizando la redacción bibliográfica, se ha determinado un análisis mediante el cual se especificarán los modelos comunes para la posible implementación en lo que refiere un nuevo método para la compra tanto para grandes como pequeñas empresas.

**TABLA I: MODELOS IMPLEMENTADOS EN CADA REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

Artículo	Modelos Implementados			
[1]	MG-VTON	3D-MPVTON	-	-
[2]	TensorFlow	-	-	-
[3]	CP-VTON	ACGPN	HR-VITON	-
[4]	CP-VTON	CP-VTON+	ACGPN	-
[5]	MV-TON	FW-GAN	ClothFormer	-
[6]	VITON	CP-VTON	M2E-TON	-
[7]	CP-VTON	-	-	-
[8]	CP-VTON	-	-	-
[9]	Versatile-VTON	-	-	-
[10]	CGANs	-	-	-
[11]	SCVTON	-	-	-
[12]	GAN	-	-	-
[13]	DP-VTON	-	-	-
[14]	ClothFlow	-	-	-
[15]	Kinects	-	-	-
[17]	GAN	CP-VTON	-	-

## Metodología

La búsqueda de estudios relevantes se inició mediante la exploración basada en consultas de bases de datos académicas bien reconocidas, como IEEE Xplore y Google Scholar, con el fin de encontrar estudios que reflejaran la implementación de modelos de Deep Learning en relación con la prueba virtual de ropa. Los términos de búsqueda consistieron en «Deep Learning» «Virtual Try-On», «Clothes Segmentation». Este enfoque permitió acceder a una amplia colección de estudios sobre modelos avanzados y su utilización para alterar la apariencia de los atuendos.

Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los artículos que fueron revisados. Los criterios de inclusión fueron:

- Artículos publicados en revistas o conferencias revisadas por pares.
- Estudios que implementaran modelos de Deep Learning en el contexto de probadores de ropa virtuales.
- Documentación que proporcionara detalles técnicos sobre la implementación de estos modelos.

Los criterios de exclusión fueron:

- Estudios que no presentaran detalles técnicos suficientes o relevantes para la implementación de probadores de ropa virtuales.
- Artículos que no estuvieran revisados por pares o que no cumplieran con los estándares académicos.

Se excluyeron los estudios que no cumplían con estos criterios, como aquellos que no ofrecían suficiente detalle técnico o que no estaban directamente relacionados con el contexto de probadores de ropa virtuales.

Se revisaron un total de 15 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos. Cada artículo fue evaluado en términos de su contribución a la implementación de modelos de Deep Learning en probadores de ropa. La evaluación se centró en los tipos de modelos implementados, así como en los detalles técnicos proporcionados.

Para el análisis de los artículos, se realizó una síntesis comparativa de los modelos descritos en los estudios revisados.

Se extrajeron datos clave sobre:

- El tipo de modelo de Deep Learning utilizado (por ejemplo, redes neuronales convolucionales, redes generativas adversariales).
- Los métodos de preprocesamiento y técnicas de modificación de prendas.
- Las métricas de evaluación de los modelos y los resultados obtenidos en términos de precisión y eficacia.

Para comparar los modelos descritos en los estudios revisados, se empleará una síntesis comparativa. Además, en la síntesis, se vislumbrarán las tendencias actuales y las técnicas más efectivas que cobraron impulso en la implementación de probadores de ropa virtuales. Se analizarán los enfoques más comunes y se identificarán las mejores prácticas en el ámbito de manejo de deformaciones en las prendas y en la segmentación de características.

Una limitación significativa de esta revisión es el coste computacional extremadamente elevado asociado a los modelos empleados de Deep Learning. La mayoría de los modelos de Deep Learning avanzado son bastante computacionalmente intensivos y necesitan GPUs de alto rendimiento, así como largas horas de entrenamiento, dificultando su aplicabilidad en entornos con recursos limitados.

Por otro lado, el análisis se fundamenta en la información mencionada en los artículos revisados y puede pasar por alto todas las consideraciones prácticas y técnicas que pueden influir en el proceso de implementación de estos modelos. La falta de datos sobre cuánto cuesta computar un modelo y cuantos recursos se requieren para implementarlo puede tener un impacto en cómo se pueden interpretar estos resultados y en qué medida se aplican en situaciones con diferentes especificaciones técnicas.

En futuras investigaciones, puede ser beneficioso explorar estudios de caso que documenten la implementación práctica de estos modelos en entornos del mundo real. Además, investigar las estrategias para el rendimiento optimizado de los modelos en cuanto a costo computacional y tiempo de entrenamiento también sería beneficioso, ya que pueden facilitar una mayor adopción de estos modelos en aplicaciones más amplias y accesibles.

## Resultados

La revisión bibliográfica realizada ofrece una visión detallada de los avances en el uso de algoritmos de deep learning para los probadores de ropa virtuales. A continuación, se presentan los hallazgos clave y sus implicaciones, vale la pena mencionar el estudio de Tuan et al. (2020) que



resalta el uso de VTON, un modelo que es efectivo para deformar ropa en 2D. Este modelo se ha utilizado ampliamente ya que fue efectivo para ajustar la ropa a las imágenes del usuario en 2D. Sin embargo, tiene limitaciones significativas en lo que se refiere a la deformación de la ropa en 3D. Para abordarlo, Tuan et al. (2020) propuso 3D-MPVTON, que es un sistema de reconstrucción en 3D que permite cambiar la pose del usuario y adaptar la ropa al cuerpo en 3D. El avance es significativo en términos de precisión de la simulación de ropa, lo que promueve la coherencia entre la postura y la prenda en un entorno diferente.

El artículo de Shah et al. (2020). plantea una perspectiva de aplicaciones móviles para probar ropa virtualmente. Una aplicación para Android que permite a los consumidores probarse digitalmente la ropa ha sido desarrollada mediante OpenCV y TensorFlow Lite. Esta innovación en la satisfacción de la ropa en línea ofrece a esta industria un medio eficiente y efectivo de probar ropa a medida que los consumidores buscan cada vez más medidas para probar la ropa mediante pantalla táctil. La creciente demanda de soluciones de prueba virtual en un mercado expansivo del consumidor ha superado la oferta, lo que potencialmente ha resultado en la afluencia de proveedores de soluciones inexactas en el mercado.

Por otro lado, Yao et al. (2021) explora el uso de modelos avanzados como VITON-HD y LC-VTON para la segmentación y el tamaño de prendas. Mientras VITON-HD se centra en la segmentación precisa de ropa 2D, LC-VTON mejora la precisión de la simulación adaptando la ropa al cuerpo del usuario. Este modelo se puede combinar con prendas bonitas que se adapten al cuerpo del usuario, lo que hace que la imagen final sea más precisa.

El uso de Generative Adversarial Networks (GANs), como se detalla en el trabajo de Islam et al. (2021), también ha mostrado un gran potencial. Los GANs permiten clasificar, segmentar y redimensionar prendas con alta precisión, facilitando una adaptación más realista al cuerpo del usuario. Este enfoque ha demostrado ser eficaz en la mejora de la calidad de las pruebas virtuales, al permitir una simulación más precisa y detallada de las prendas.

Los modelos ClothFit y ClothFlow, descritos por Cho et al. (2021) y Han et al. (2021) respectivamente, representan avances importantes en la simulación de la caída de las prendas y la transferencia de apariencia. ClothFit utiliza un enfoque basado en U-Net para predecir cómo se comportará una prenda en el cuerpo del usuario, mientras que ClothFlow emplea flujos de apariencia para generar imágenes de personas vestidas con alta naturalidad. Ambos modelos

abordan diferentes aspectos de la prueba virtual, desde la predicción de la forma de caída hasta la generación de imágenes de apariencia fluida.

En términos de segmentación avanzada, SCVTON y DP-VTON, como se describe en los estudios de Song et al. (2021) y Chang et al. (2021), introducen técnicas innovadoras para la segmentación y redimensión de prendas. SCVTON integra un módulo de síntesis de etiquetas semánticas para mejorar la segmentación, mientras que DP-VTON se enfoca en la redimensión precisa de las prendas para adaptarlas a la estructura del cuerpo del usuario.

Sin embargo, la implementación de estos modelos no está exenta de desafíos. La reconstrucción de imágenes de alta calidad sigue siendo complicada debido a las limitaciones de los modelos generativos actuales, que a menudo enfrentan dificultades para adaptarse a posturas complejas y garantizar una experiencia de prueba virtual completamente realista, como se menciona en el estudio de Toliya et al. (2021). Además, el costo asociado con la implementación de modelos avanzados en 3D puede ser una barrera significativa para su adopción generalizada, como se observa en el trabajo de Hwangbo et al. (2021).

En conclusión, la revisión destaca que, aunque se han logrado avances significativos en la tecnología de probadores virtuales mediante el uso de deep learning, aún persisten desafíos importantes en términos de calidad de imagen, adaptación a posturas complejas y costos de implementación. Estos hallazgos subrayan la necesidad de continuar investigando y desarrollando modelos que puedan superar estas limitaciones y ofrecer soluciones más efectivas para la prueba virtual de ropa.

## Discusión

Los resultados de la investigación muestran grandes avances en el campo de los vestidores virtuales gracias al Deep learning. Los estudios revisados muestran avances significativos en los métodos para permitir experiencias de prueba portátiles en entornos virtuales. Este avance se puede ver en la transición de un modelo basado en modulación 2D a una solución más sofisticada que también utiliza módulos 3D que se adaptan a diferentes posiciones del cuerpo.

Uno de los hallazgos clave es la implementación de modelos como 3D-MPVTON y VITON-HD. 3D-MPVTON los cuales destacan por su capacidad para transformar la pose del usuario y ajustarla al cuerpo, mientras mantiene el resto del cuerpo en su forma habitual. Este modelo representa un avance significativo en comparación con los métodos anteriores que se centraban únicamente en la

deformación 2D de las prendas. Al permitir una adaptación más precisa a las posturas del usuario, 3D-MPVTON ofrece una experiencia más realista y personalizada. Por su parte, VITON-HD se centra en la segmentación detallada de las prendas, permitiendo una mejora de la ropa al cuerpo del usuario.

El desarrollo y la adopción de aplicaciones móviles para la prueba virtual de ropa también han demostrado ser una tendencia emergente. La integración de tecnologías como OpenCV y TensorFlow Lite en aplicaciones móviles ha permitido a los usuarios probarse virtualmente la ropa con una precisión que antes no era posible. Estos avances no solo mejoran la experiencia de compra, sino que también abordan problemas significativos como la necesidad de probar físicamente las prendas, reduciendo así la tasa de devoluciones y mejorando la satisfacción con el cliente.

A pesar de los avances, persisten desafíos. Por ejemplo, las GAN y otros modelos computacionales han mostrado limitaciones para resolver situaciones complejas y proporcionan una imagen completamente realista. Un problema importante sigue siendo la alta tasa de pérdidas en algunos modelos, como informa I-VTON. Estos desafíos resaltan la necesidad de continuar desarrollando modelos que puedan manejar mejor las variaciones en la postura y el movimiento del usuario, así como mejorar la calidad de las imágenes resultantes.

En comparación con los resultados de estudios anteriores, está claro que hemos mejorado el nivel anterior que solo consideraba la deformación 2D. Modelos como SCVTON y DP-VTON representan avances significativos en la integración de componentes avanzados y técnicas de conversión. Sin embargo, el persistente desafío de combinar sistemas complejos con alta calidad de imagen indica que aún queda mucho por hacer.

Las implicaciones prácticas de estos avances son considerables. La mejora en la precisión de los modelos de prueba virtual puede transformar el comercio electrónico, ofreciendo a los consumidores una experiencia de compra más satisfactoria y reduciendo la necesidad de devoluciones debido a problemas de ajuste y tamaño. Sin embargo, el costo asociado con la implementación de estos modelos avanzados puede ser una barrera para su adopción generalizada, especialmente para pequeñas y medianas empresas. La reducción de costos y el desarrollo de soluciones más accesibles serán cruciales para que estas tecnologías se conviertan en una opción viable para un mayor número de empresas.

De cara al futuro, hay muchas áreas que requieren más investigación. Los modelos modernos pueden beneficiarse de la integración de tecnologías avanzadas como la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR) para brindar una experiencia experimental más inmersiva. Además, la investigación sobre formas de reducir costos y hacer que la tecnología de pruebas de realidad virtual sea accesible para empresas de todos los tamaños es fundamental para su adopción generalizada.

Con todo, los avances en los modelos de Deep learning son excelentes para los usuarios, pero aún enfrentamos desafíos importantes. La investigación y el desarrollo continuos en estas áreas no solo mejoran la tecnología, sino que también abren nuevas oportunidades en el comercio electrónico y más allá.

## Conclusiones

La investigación sobre algoritmos de Deep learning utilizados en dispositivos portátiles representa un gran avance en este campo y muestra cómo la tecnología sigue evolucionando para ofrecer una experiencia más precisa y personalizada. El nuevo paradigma supera las limitaciones de los métodos anteriores y proporciona una mejor forma de abordar los problemas que cambian y evolucionan en los entornos del mundo real.

En primer lugar, es importante transformar los modelos 2D basados en deformaciones en modelos 3D adaptables a las deformaciones. Productos como 3D-MPVTON muestran una mayor capacidad para adaptar las prendas al cuerpo del usuario, superando las limitaciones de los métodos anteriores que limitaban la deformación a solo dos lados. La posibilidad de cambiar y probarse prendas en 3D mejora la precisión del ajuste virtual, creando un mejor modelo de imagen y representando el ajuste de la prenda.

En segundo lugar, la integración de tecnologías como OpenCV y TensorFlow Lite aumenta la accesibilidad y la facilidad de uso de la demostración. Esta tecnología facilita que los consumidores se prueben las prendas sin necesidad de hacerlo en persona, lo que minimiza las devoluciones y aumenta la satisfacción del cliente. Las aplicaciones móviles han demostrado ser una herramienta útil para ofrecer una experiencia de compra rápida y precisa, lo que resulta esencial en un mercado en crecimiento en el que existe una gran necesidad de soluciones eficaces y prácticas.

Sin embargo, a pesar de estos avances, el modelo actual sigue planteando importantes retos. El alto nivel de mortalidad de algunos métodos de producción, como el I-VTON, así como la dificultad

de gestionar condiciones complejas y la calidad de las imágenes producidas, ponen de manifiesto la necesidad de seguir investigando en el desarrollo de tecnologías que aborden estos retos. La calidad de la imagen y la localización siguen siendo aspectos críticos que deben abordarse para ofrecer la mejor experiencia de RV.

Otra conclusión importante es que, a pesar de los avances tecnológicos, el coste de implantación sigue siendo una cuestión secundaria para muchas organizaciones, especialmente las PYME. La reducción de costes y el aumento de la accesibilidad son fundamentales para una adopción generalizada. Las organizaciones deben sopesar su inversión en estas tecnologías avanzadas frente a los beneficios esperados en términos de satisfacción del cliente y reducción de beneficios.

Por último, la investigación muestra que la combinación de tecnologías emergentes, como la RA y la RV, podría proporcionar experiencias más inmersivas y auténticas en un futuro próximo. La combinación de estas tecnologías con los modelos existentes mejorará la calidad de las pruebas virtuales y ofrecerá nuevas oportunidades para el comercio electrónico y otras industrias

## Referencias

1. T. T. Tuan, M. R. Minar, H. Ahn, and J. Wainwright, "Multiple pose virtual try-on based on 3d clothing reconstruction," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 114 367–114 380, 2021.
2. K. Shah, M. Pandey, S. Patki, and R. Shankarmani, "A virtual trial room using pose estimation and homography," in *2020 4th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, 2020, pp. 685–691.
3. J. Yao and H. Zheng, "Lc-vton: Length controllable virtual try-on network," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 88 451–88 461, 2023.
4. M. R. Minar, T. T. Tuan, and H. Ahn, "Cloth-vton+: Clothing three- dimensional reconstruction for hybrid image-based virtual try-on," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 30 960–30 978, 2021.
5. T. Islam, A. Miron, X. Liu, and Y. Li, "Deep learning in virtual try- on: A comprehensive survey," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 29 475–29 502, 2024.
6. L. Yu, Y. Zhong, and X. Wang, "Inpainting-based virtual try-on network for selective garment transfer," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 134 125– 134 136, 2019.

7. H. Hwangbo, E. H. Kim, S.-H. Lee, and Y. J. Jang, “Effects of 3d virtual “try-on” on online sales and customers’ purchasing experiences,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 189 479–189 489, 2020.
8. H. Ma, Z. Hu, and Y. Zheng, “A virtual try-on model with enhanced feature representation capability,” in *2022 6th Asian Conference on Artificial Intelligence Technology (ACAIT)*, 2022, pp. 1–7.
9. H.-W. Jin and D.-O. Kang, “Versatile-vton: A versatile virtual try- on network,” in *2023 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Asia (ICCE-Asia)*, 2023, pp. 1–4.
10. A. Mishra, S. Kaintura, Y. S. Yadav, V. Joshi, H. Vaidya, and A. Kapru- wan, “Gans and augmented reality in virtual clothing try-on,” in *2024 International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE)*, 2024, pp. 1–6.
11. Y. Song, J. Zhang, and Z. Wang, “Semantical-info based virtual try- on network with generative adversarial nets,” in *2021 CAA Symposium on Fault Detection, Supervision, and Safety for Technical Processes (SAFEPROCESS)*, 2021, pp. 1–6.
12. J. Hu, W. Wu, M. Ding, X. Huang, Z. J. Deng, and X. Li, “A virtual try- on system based on deep learning,” in *2023 3rd International Symposium on Computer Technology and Information Science (ISCTIS)*, 2023, pp. 103–107.
13. Y. Chang, T. Peng, R. He, X. Hu, J. Liu, Z. Zhang, and M. Jiang, “Dp-vton: Toward detail-preserving image-based virtual try-on network,” in *ICASSP 2021 - 2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2021, pp. 2295–2299.
14. Y. Cho, L. S. S. Ray, K. S. P. Thota, S. Suh, and P. Lukowicz, “Clothfit: Cloth-human-attribute guided virtual try-on network using 3d simulated dataset,” in *2023 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 2023, pp. 3484–3488.
15. X. Han, W. Huang, X. Hu, and M. Scott, “Clothflow: A flow-based model for clothed person generation,” in *2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2019, pp. 10 470–10 479.
16. N. P. Toliya, N. B. Chadaga, R. Harshitha, M. Dhruva, and N. Naga- rathna, “Gan based model for virtual try on of clothes,” in *2024 Interna- tional Conference on Emerging*



Technologies in Computer Science for Interdisciplinary Applications (ICETCS), 2024, pp. 1–7.

17. J. Tong, J. Zhou, L. Liu, Z. Pan, and H. Yan, “Scanning 3d full human bodies using kinects,” IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 18, no. 4, pp. 643–650, 2012.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).