


La figura humana en movimiento a través de un visor 3D interactivo como apoyo al dibujo del natural¹

Tania Castellano-San Jacinto

Universidad de La Laguna ✉ 

Cecile Meier

Universidad de La Laguna ✉ 

<https://dx.doi.org/10.5209/aris.100565>

Recibido: 30 de enero de 2025 / Aceptado: 24 de abril de 2025

Resumen. El dibujo del natural de personas en movimiento exige una destreza avanzada en la ejecución de la síntesis gráfica y un planteamiento totalmente alejado del empleado en las poses fijas. En este artículo se describe el desarrollo de un recurso online de libre acceso como complemento a la práctica del dibujo de movimiento, basado en el escaneo 3D y la animación de los modelos que posan en el Grado en Bellas Artes de la Universidad de La Laguna. Empleado como apoyo al dibujo del natural, el recurso digital ofrece un ensayo necesario para la posterior confrontación con un modelo real y casual. Con objeto de comprobar su aplicación, se realiza un diseño cuasi-experimental, con un muestreo por conveniencia. Seguidamente se evalúan los resultados antes y después de su uso y se añaden datos cualitativos mediante un cuestionario de satisfacción. Se concluye que el empleo del recurso digital desarrollado influye en la mejora del dibujo de la figura humana real en movimiento (sumando 1,47 puntos en general) y que el alumnado muestra una aceptación positiva del mismo en relación a la práctica y mejora del dibujo (3,98 sobre 5).

Palabras clave. Dibujo de movimiento, dibujo del natural, figura humana, escaneo 3D, animación digital

ENG Human figure in motion through an interactive 3D viewer as support for life drawing

Abstract. Drawing real people in motion requires advanced skills in graphic synthesis and an approach that is entirely different from that employed for static poses. This article describes the development of an open-access online resource designed to complement the practice of motion drawing, based on 3D scanning and animation of human models posing for the Fine Arts Degree at the University of La Laguna. Used as a support for life drawing, the digital resource provides a preliminary exercise before engaging with a real, spontaneous model. To assess its effectiveness, a quasi-experimental design is conducted, utilizing convenience sampling. The results were then evaluated both before and after its use, and qualitative data are collected through a satisfaction survey. It is concluded that the use of the developed digital resource contributes to the improvement of drawing real human figures in motion (with an overall increase of 1,47 points), and students show a positive acceptance of the tool with regard to the practice and improvement of their drawing skills (3,98 out of 5).

Keywords. motion drawing, drawing from life, human figure, 3D scanning, digital animation

Sumario. 1. Introducción, 2. Consideraciones previas acerca del dibujo de movimiento, 3. Materiales y métodos, 3.1. Nuevas tecnologías en el dibujo de figura humana, 3.2. Creación de modelos digitales en movimiento, 3.3. Aplicación y metodología del proyecto, 4. Resultados, 5. Discusión y Conclusiones, Referencias.

Cómo citar. Castellano-San Jacinto, T & Meier, C. (2025). La figura humana en movimiento a través de un visor 3D interactivo como apoyo al dibujo del natural. *Arte, Individuo y Sociedad*, 37(3), 567-579. <https://dx.doi.org/10.5209/aris.100565>

¹ Este artículo ha sido realizado en el marco de los Proyectos de Innovación y Transferencia Educativa de la Universidad de La Laguna (2023-2024 y 2024-2026), a partir del proyecto *Figuras humanas animadas en un visor 3D interactivo para la facilitación del aprendizaje de dibujo del natural en movimiento*.

1. Introducción

El dibujo del natural en movimiento plantea un mayor grado de dificultad en el aprendizaje del dibujo de modelo vivo, ya que exige un análisis profundo de la figura humana, una destreza avanzada en la ejecución de la síntesis gráfica y, a su vez, un planteamiento totalmente alejado del empleado en las poses fijas, aquellas basadas en el modelo detenido² durante un periodo de tiempo prolongado. Si bien el funcionamiento del aparato locomotor debe saberse interpretar adecuadamente en este tipo de dibujo, además de otros aspectos menos objetivos, como la actitud y la expresión del modelo; la descripción no será en ningún caso el objeto de estas representaciones. Por el contrario, las poses dinámicas conducen al estudiantado al desarrollo de un acentuado proceso de síntesis visual, al proporcionar un estímulo constante a su percepción y retentiva. El mencionado proceso atravesaría tres fases; la observación de la pose dinámica, la comprensión y ordenación mental de los aspectos de la figura y la relación gráfica con el modelo en clave de representación. Sin embargo, todo ello no sucede de forma consciente y consecutiva, sino en apenas unos breves segundos de tiempo, por lo que necesita ser integrado y automatizado lo más naturalmente posible.

Más allá del aula, donde se cuenta con el posado de modelos profesionales, la práctica autónoma de este tipo de dibujo puede conllevar ciertas dificultades, ya que con frecuencia no es fácil encontrar un tipo de poses dinámicas adecuadas. Para resolver la falta de disponibilidad de modelos y con objeto tanto de ensayar como de afianzar la práctica de la pose dinámica tratada, se han puesto a disposición copias digitales de los modelos de la facultad en un visor interactivo que permite observarlos realizando breves movimientos en bucle (Fig. 1). La diferencia con respecto a otros medios que pueden ofrecer poses similares, como un registro audiovisual, radica en que mientras el vídeo suele recoger un único punto de vista del movimiento, nuestro visor permite girar 360° alrededor de la figura dinámica, así como acercarse y distanciarse de ella, ofreciéndola desde todos los puntos de vista y ampliando así la comprensión tridimensional tanto de la figura como del movimiento descrito por ella.

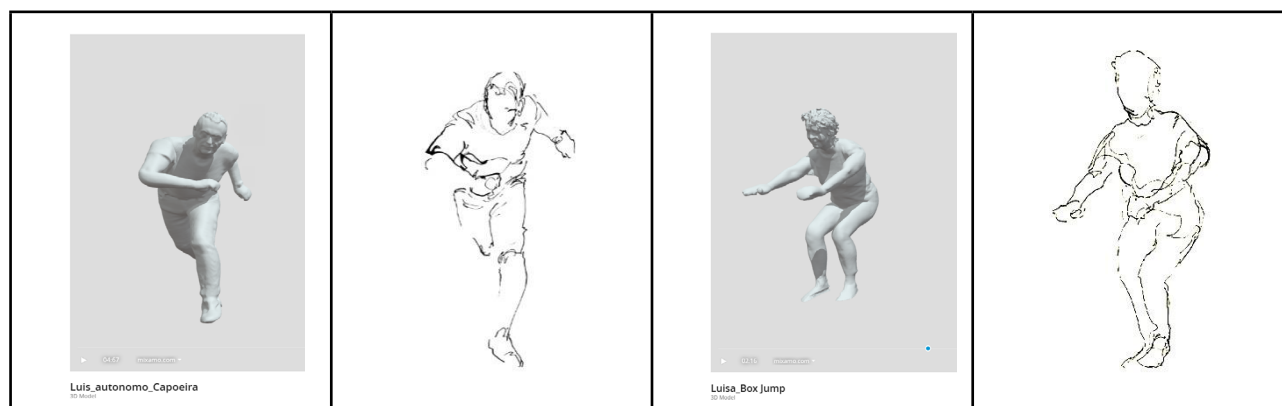


Figura 1: Modelos 3D digitales y los dibujos realizados a partir de ellos por parte del alumnado (Fuente: Elaboración de las autoras y dibujos de Gabriel Gil González y Náyade De Vega Baldó).

Como antecedente de esta propuesta, del 2021 al 2023 se llevó a cabo un proyecto de digitalización de bodegones en 3D para la facilitación del dibujo del natural (Meier *et. al.*, 2025). La reproducción digital y su acceso online permitió el ensayo del encajado fuera del horario lectivo, así como la comprobación de ciertos aspectos del bodegón durante la práctica en clase. Los resultados mostraron un perfeccionamiento en la habilidad para encajar del alumnado, que valoró positivamente el recurso.

En este artículo se describe el desarrollo de un material novedoso como son los modelos vivos escaneados y animados en 3D, creados de forma particularizada, y su aplicación en la asignatura de Dibujo II. Para ello, por un lado, se trata el contexto en el que surge el proyecto y cómo se aborda la enseñanza del dibujo de figuras humanas en movimiento. Por otro lado, se explica la creación y obtención de estos modelos humanos animados en tres dimensiones y se describe la prueba piloto realizada a 112 estudiantes en la asignatura de Dibujo II del Grado de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna, a partir de un proyecto de innovación educativa. Con dicho proyecto se persigue solventar la falta de disponibilidad de modelos en movimiento fuera del horario de clase, a la vez que brindar una plataforma que permita practicar suficientemente este tipo de dibujo. Preparar al alumnado en ese sentido permite obtener una mejora en un aspecto de la asignatura problemático comúnmente para el grueso del alumnado que la cursa, al no disponer de un referente estable y definido que trasladar representativamente al soporte. De esta manera, la creación del recurso ha significado un considerable apoyo a esta materia, abriendo al mismo tiempo otras posibilidades en este ámbito gracias al uso de las tecnologías.

Las hipótesis iniciales de la investigación actual plantean que el empleo del recurso propuesto ampliará la comprensión del movimiento representado y optimizará la síntesis gráfica ejecutada, repercutiendo en la mejora de los dibujos de movimiento realizados a partir del natural. Se trata de un diseño cuasi-experimental, donde se utilizan los grupos disponibles en el momento (muestreo por conveniencia). Para medir su impacto se evalúan los resultados antes y después del uso del recurso digital mediante una prueba estadística T-Test.

² Nombraremos en masculino este término, asumiéndolo como referencia de la representación, pero contando con la participación tanto de mujeres como de hombres como modelo vivo en las clases.

Con el fin de analizar la percepción del estudiantado al respecto, se recaban datos cualitativos mediante un cuestionario de satisfacción que evalúa la retroalimentación de los participantes.

En definitiva, el uso de la herramienta por parte del alumnado ha demostrado una mejora en la práctica del dibujo de movimiento (1,47 puntos en general), además de recibir una aceptación positiva de su integración en la asignatura (3,98 sobre 5).

2. Consideraciones previas acerca del dibujo de movimiento

Pese a la variación de los planes de estudios dentro del ámbito académico, el dibujo de modelo vivo todavía hoy ocupa asignaturas en los diversos grados artísticos. Sin embargo, las nuevas formas de enseñanza y aprendizaje que se han desarrollado en las últimas décadas en torno a esta materia suelen dejar de lado la rigidez académica y apuntar hacia otros aspectos con mayor proyección creativa, intentando conciliar el aprendizaje más técnico y mimético con otro tipo de proyectos más experimentales (Naranjo, 2023). Dentro de ese marco, el dibujo de la figura humana en movimiento supone un ámbito específico abordado desde múltiples enfoques. La gran mayoría de ellos tienen en común fomentar un tipo de representación que difiere de la estética descriptiva asociada a una pose fija de tono académico y dan preferencia a la expresividad del dibujo. De ahí que suponga un tipo de representación que mayoritariamente necesite aprenderse desde cero, apartando los saberes relacionados con la mimesis de la forma y desinhibiendo al estudiantado para que transgreda aquellos aspectos que considera asociados a la representación de la figura.

Tanto el dibujo de movimiento como el realizado a partir de modelo fijo pertenecen al ámbito del dibujo del natural dentro de un planteamiento académico clásico, lo que implica un contacto directo con el referente en el proceso del dibujo, sin mediación técnica. Pese a presentarse ambas como prácticas distanciadas entre sí, e incluso opuestas en su metodología, pues una utiliza la pose dinámica y la otra la pose fija, una imbricación entre ambas subyace. Tal y como sostiene Rudolf Arnheim (1998, p. 66), “Los cambios son percibidos como meros accidentes de una identidad subyacente que persiste; pero la percepción también revela la constancia como el aspecto torpe del cambio”. Así, nuestros sentidos son capaces de “obtener lo duradero de lo cambiante y percibir lo inmóvil como una fase de la movilidad”. En ese sentido, Ramón Díaz Padilla apunta que:

[...] los ejercicios de dibujo de movimiento promueven el desarrollo de unas destrezas perceptivas y representativas que, aunque estén condicionadas por una cierta instantaneidad, sin apenas tiempo para la reflexión, no significa que los elementos morfológicos captados pertenezcan al mismo y preciso momento elegido. En consecuencia, ese momento representado es el resultado de varias instantáneas aproximadas que se fusionan en una sola (2007, p. 267).

Por lo que resulta imprescindible haber comprendido el procedimiento para saber sintetizar gráfica y temporalmente la gestualidad de la figura humana. Esto implica, a su vez, saber “incompletar” adecuadamente la representación, ya que la sobrecarga representativa del dibujo merma drásticamente su impronta dinámica.

La observación resulta un elemento primordial a la hora de trasladar aquello que se presencia en un entorno real a las dos dimensiones del papel, pero también influyen en el proceso una dimensión sensorial amplia y la experiencia del momento vivido (el aquí y el ahora). Si, además de lo anterior, en este proceso nuestro entorno “nos mueve y conmueve y ello genera cambios neuronales donde no los había” (Leal García, 2019, p. 143), el dibujo del natural se puede distinguir de una representación a partir de imagen fija o de un dibujo de estatua en que parte de una experiencia amplificada; aquella en la que todas las implicaciones de lo presencial tienen la posibilidad de afectar el curso del dibujo.

Mientras en el dibujo de la pose fija se comparte un tiempo prolongado con el modelo durante el proceso del dibujo, la pose dinámica exige un tiempo breve, aunque rítmico. No obstante, sus respectivos resultados invierten estos planteamientos temporales. Pues, por un lado, aunque en la pose fija su elaboración requiere una gran acumulación de tiempo, el resultado no traduce la idea de proceso o transcurso, sino la detención tanto del modelo como del tiempo reflejada en el dibujo. Por otro lado, pese a que la pose dinámica se realice en un tiempo breve, su dibujo transluce un perpetuo movimiento sin término, pues lo que pretende es dar cuenta de un suceder.

Considerar la duración desde el punto de vista del dibujo en movimiento implica saber dibujar lo transitorio. Es decir, el dibujo debe dar cuenta de la transformación sufrida por el referente. Al no poder dibujar con definición por no disponer de un modelo estable, quien dibuja debe desvincularse de los fundamentos aprendidos hasta entonces y saber integrar otras representaciones no sujetas a valores constantes o a objetivos previstos. Para ello es imprescindible remitirse a lo esencial de lo acontecido, dando prioridad a la visión de conjunto; entrenar la retentiva visual y la memoria; responder gráficamente a las problemáticas, improvisando soluciones en cada caso; y sugerir por encima de definir, dejando que lo transicional prevalezca gráficamente.

3. Materiales y métodos

Para realizar los ejercicios nos basamos en el método descrito por Kimon Nicolaidis en *The Natural Way to Draw* (1969). En él se recomienda realizar un planteamiento general que integre cada parte de la pose en unos cinco segundos de tiempo mediante un garabateo ágil y continuo. Tras ese primer abordaje, la representación sumaría grafismos que adaptasen progresivamente el dibujo al dinamismo. Pese a que en ocasiones se pueda dibujar el contorno de las formas, es indispensable evitar perseguir la simple exterioridad

de los volúmenes y procurar alternar entre interior y exterior de la figura. Se trata, según el autor, de dibujar el *gesto*. Este término contiene para Nicolaidis un sentido propio, distinto de aquello que se percibe visualmente en movimiento, siendo también posible por ello captarlo en elementos no animados. Tiene que ver con el impulso sentido por quien contempla el movimiento y con la traducción gráfica personal de esa fisicidad desplazada. Esta explicación, un tanto abstracta a priori, puede dejar bastantes interrogantes. Sin embargo, una vez iniciado al alumnado en la práctica y habiéndose enfrentado a la experiencia de dibujar lo inaprehensible, estas palabras comienzan a cobrar sentido. Este hecho nos conduce a la reivindicación de situar la práctica del dibujo como forma de pensamiento, ya que a través de ella se conjugan las instrucciones, explicaciones y ejemplos con el saber hacer.

El dibujo se irá construyendo progresivamente desde ese primer esbozo general, acumulando líneas y grafías que, a modo de impulsos secuenciados, permitan terminar de configurar el gesto. A base de acumular trazos o interpretaciones distintas de las mismas partes del cuerpo, cabe la posibilidad de amalgamar una caleidoscópica maraña que haga replantear el dibujo (Leal García, 2019, p. 153). Sin embargo, mediante la repetición y la experiencia con esta práctica, se prevé que el gesto dibujado vaya evolucionando hacia un trazo más selectivo y certero, que, al tiempo que persevera en la concepción general del dibujo, logre resumir el movimiento simplemente con los trazos necesarios. Una vez alcanzado un nivel suficiente de síntesis, cabe atender a la modulación o calidad del trazo realizado, ya que influirá en la expresión de movimiento.

Aspectos como la velocidad con la que se ejecuta y, sobre todo, las diferentes presiones con las que incide el instrumento en el soporte propician distintas lecturas. [...] Es decir, los matices del trazo –suaves o rotundos, nerviosos o controlados, texturados o netos, continuos o inconstantes, gruesos o delicados, raudos o pausados– ejercen una influencia decisiva en la factura dinámica del dibujo (Díaz Padilla, 2007, p. 260).

Para lograr sintetizar gráficamente la acción, además de para integrar y automatizar este tipo de expresión, es necesario comprender con profundidad aquello que se está dibujando. Para ello se recomienda habituarse a realizar previamente las mismas posturas del modelo (Civardi, 2004, p. 14) o enfocarse en sentir (y no pensar) cómo se realiza la pose simultáneamente al acto de dibujar (Nicolaidis, 1969, p. 16), reparando en la activación de los diferentes músculos, en las direcciones tomadas por las distintas partes del cuerpo y en la energía impresa en los gestos. De esta forma, resulta muy orientativo iniciar este tipo de dibujo trasladando la experiencia del modelo a la propia, interiorizando lo que está sucediendo en la pose como paso previo o simultáneo a la ejecución.

A partir del método Nicolaidis, los ejercicios se plantean como dibujos de retentiva aislando un momento central del transcurso del movimiento repetido. Esto significa evitar tanto el comienzo como el final de la acción breve, ya que ambos momentos equivalen a aquellos con mayor detención y son menos capaces de sugerir el desarrollo del movimiento. Una vez comprendido el procedimiento, observada y sentida suficientemente la acción, el grafismo ejecutado por el estudiantado (que presumirá de atender al *gesto*) deberá trasladarse dentro de los límites del papel con un margen suficiente y un tamaño adaptado a la superficie del formato.

3.1. Nuevas tecnologías en el dibujo de figura humana

La asignatura de Dibujo II, donde incluimos la sección dedicada al dibujo de movimiento, ocupa un único cuatrimestre, lo que exige calcular ajustadamente los tiempos dedicados a cada parte de la materia. En función de ello, decidimos tratar de implementar el aprendizaje del dibujo de la pose dinámica por medio de un recurso digital, que proporcionase la posibilidad de dibujar en movimiento de forma autónoma.

Investigaciones recientes hacen referencia al empleo de tecnologías en relación con el dibujo de figura humana. Juan Antonio Castillo (2022) menciona al respecto distintas posibilidades tecnológicas (vídeos, modelos 3D y realidad aumentada) aplicadas al aprendizaje del dibujo de anatomía humana, que sirven como complemento ampliado de aquello que no se visualiza con claridad o como guía visual de aprendizaje. Así mismo, Andrés Jesús Naranjo (2023) centra su investigación en actividades en torno al dibujo del natural de modelo vivo, analizando metodologías que incluyen las nuevas tecnologías como realidad aumentada, virtual o mixta. Pese a que ambos autores destacan que la dificultad para acceder a modelos reales puede ser compensada con este tipo de materiales, al tiempo defienden el factor presencial de la enseñanza del dibujo. No obstante, otras investigaciones (Li *et. al.*, 2019) destacan la efectividad de la inmersión virtual, atribuyéndole la capacidad de aportar un “mayor rango de experiencia que en la vida real o incluso de aquello que no puede ser experimentado en ella” (p. 106).³ Una experiencia totalmente inmersiva respecto al aprendizaje del dibujo la aporta el software Gesture VR:

[...] recuerda precisamente a un aula virtual de dibujo del natural. Concretamente replica ese modelo de espacio de trabajo y, como dice en la descripción del producto, es para practicar el dibujo haciendo énfasis en el estudio de la figura humana (Naranjo (2023), p. 993).

Esta herramienta permite dibujar en 2D o en 3D modelos estáticos de un catálogo de más de 200 ejemplos, entre los que se encuentran modelos reales escaneados y otros creados digitalmente. Pese a encontrar obvias similitudes con nuestro recurso en el plano del 3D, las diferencias más esenciales radican en no estar enfocada al dibujo en movimiento ni plantear una comprensión híbrida de la dimensión digital y la presencial.

³ Salvo que se indique la referencia de una edición en español, todas las traducciones son de las autoras.

En cambio, nuestro recurso digital ofrece un conjunto de modelos escaneados dinámicos con un aspecto realista, que ejecutan breves movimientos repetidos en bucle, similares a aquellos que pudieran encontrarse en un entorno real. Está diseñado para servir de apoyo a la práctica del dibujo del natural y no para suplantar su desempeño, ya que el objetivo primordial sería aprovechar aquellos aspectos de la misma que ayudarán a acelerar, al tiempo que, a ampliar, el aprendizaje del dibujo de la pose dinámica. Tal y como Giovanni Civardi señalaba al respecto:

Los modernos medios de investigación visual (fotografía rápida, filmaciones televisivas y cinematográficas ralentizadas, grabaciones de vídeo, elaboraciones informatizadas y otras aún más complejas) permiten un estudio preciso y completo del movimiento humano y animal. Son investigaciones especializadas. Sin embargo, pueden servir al artista solo como material de documentación y de control. El dibujante no debe sentirse excesivamente vinculado en su expresividad a la exactitud científica: el estudio principal (salvo, claro está, el caso de movimientos demasiado rápidos y complejos para ser percibidos y analizados en su sucesión, por el ojo) debe ser realizado observando al natural la dinámica esquelética y muscular (2004, p. 14).

Los modelos digitales sirven, por tanto, de documentación, al ofrecer la ralentización de cada una de las acciones y facilitar la comprensión de sus fases, al proporcionar la descripción visual del dinamismo de las partes de la figura y al aportar una visión del movimiento global. Además, esta herramienta, gracias a su accesibilidad y fácil manejo, ofrece total disponibilidad para el ensayo de la pose dinámica. Con ello se aspira a mejorar la representación del dibujo en movimiento, un aspecto problemático comúnmente para la mayoría de alumnado que cursa la asignatura, dentro del breve periodo de tiempo que se le puede dedicar a esta práctica.

3.2. Creación de modelos digitales en movimiento

Para obtener el modelo 3D de una persona existen varias posibilidades; se pueden descargar directamente figuras ya existentes de internet, modelarlas en 3D con cualquier programa CAD (Computer Aided Design) o crearlas mediante programas especiales para generar personajes, como, por ejemplo, Makehuman. Este programa en concreto permite crear figuras humanas realistas con un amplio rango de variación. El modelo inicial utiliza una plantilla estándar que puede modificarse mediante controles intuitivos hacia tipologías más masculinas o femeninas, cambiando la estatura, la complexión, la edad, etc. (Wikipedia, 2021). Por último, otra de las opciones para obtener un modelo 3D es usar un escáner 3D para digitalizar una persona real, lo que proporciona un modelo muy parecido al original.

En cursos anteriores, se optó por descargar modelos masculinos y femeninos de internet, aplicándoles diferentes movimientos. Posteriormente, en una fase inicial del presente proyecto, se aplicó movimiento a modelos creados directamente con Makehuman, realizados con el propósito de que se adaptasen mejor a la talla y complexión de los modelos reales que nos acompañaban en el aula. Ambas opciones parecían insuficientes, dado que se alejaban de la dimensión realista en la que se basa la asignatura. Surge así en ese punto la posibilidad de realizar un escaneo general a los modelos de la clase, aportando con ello una imagen más fidedigna de los cuerpos que representamos en la asignatura y vinculando más fácilmente el dibujo del natural realizado en el aula y en la práctica autónoma (Fig. 2).

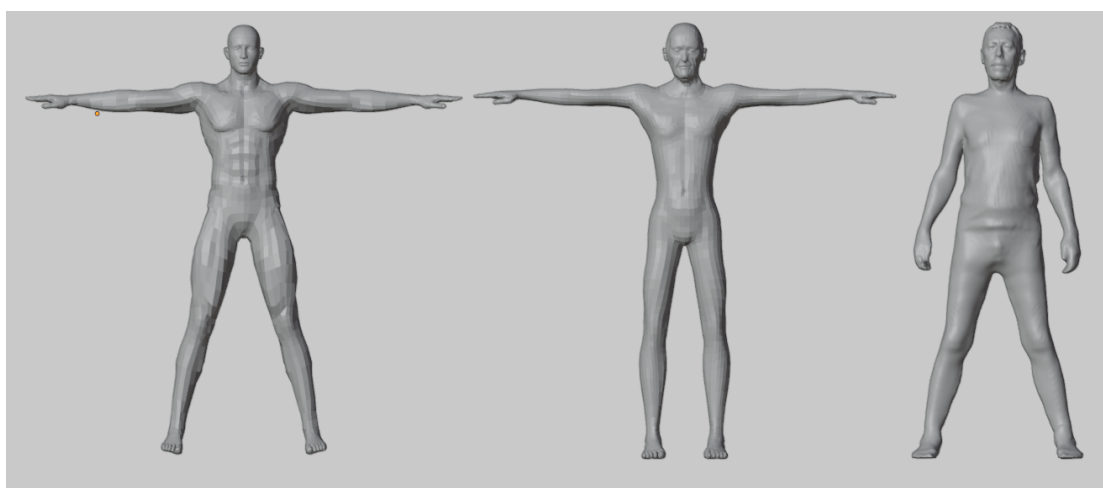


Figura 2: Tres posibilidades de obtención de un modelo digital (descarga de repositorios, creado con el programa Makehuman y escaneado en 3D) (elaboración de las autoras).

Para cumplir el objetivo de nuestro proyecto, se escanearon los cuatro modelos que trabajan en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de La Laguna y posan habitualmente para las clases de representación del natural de dibujo, pintura o modelado escultórico. Al obtener una copia del modelo real en 3D, el aprendizaje resulta más coherente con respecto al dibujo realizado en clase, ya que el alumnado puede practicar con la tipología de cuerpo a la que está acostumbrado a trabajar en el aula. Para cada modelo se realizaron

nueve animaciones breves diferentes: por un lado, 3 movimientos replicables por la persona que posa en el aula y, por otro lado, 6 movimientos demasiado complejos para repetir durante varios minutos, evitando poses comprometidas que pudieran inducir al ridículo o a la burla. Los movimientos seleccionados cumplen, además, con otros dos parámetros para que sirvan al objetivo planteado. El primero responde a que cada pose dinámica digital debe implicar al cuerpo entero o mover el mayor número posible de sus partes. El segundo, a que, aunque se puedan dar pasos en la acción, no debe existir demasiado desplazamiento, puesto que su tiempo ha de ser breve y no deberían abarcar más espacio que el proporcional a la tarima utilizada en el aula.

El proceso seguido con cada uno de los modelos atraviesa varias fases. Comienza con un escaneo 3D, al que le sigue el procesamiento de la malla en un programa de modelado 3D; a continuación, se sube el modelo 3D al programa online Mixamo.com, que permite aplicar un variado elenco de animaciones; y, por último, se importa el modelo animado en la plataforma Sketchfab, que permite visualizar y publicar los modelos en movimiento (Tabla 1).

Tabla 1: Pasos a seguir para crear los modelos animados

Paso 1	Paso 2	Paso 3
Escanear el modelo humano y preparar la malla con Meshmixer	Subir ese modelo a mixamo.com y aplicar una animación. Descargar el modelo animado en formato FBX ASCII	Importar ese archivo en Sketchfab.com

Tabla de elaboración propia

En la primera fase se trabaja directamente con modelo real, escaneando su cuerpo en tres partes (inferior, superior y cabeza) mediante un escáner de bajo coste 3DSense, con objeto de generar la copia digital de cada persona lo más adaptada posible a la realidad. Los escaneos 3D requieren un posterior procesamiento con programas CAD, por lo que, en este caso, se ha utilizado el programa gratuito Meshmixer (Fig. 3).

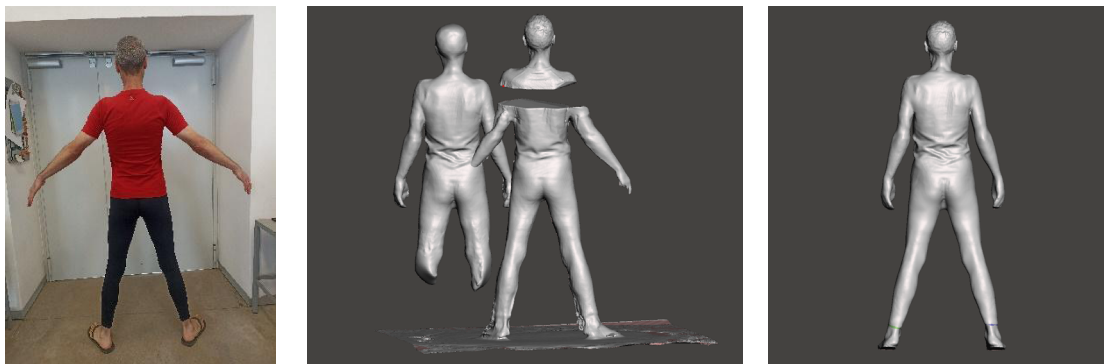
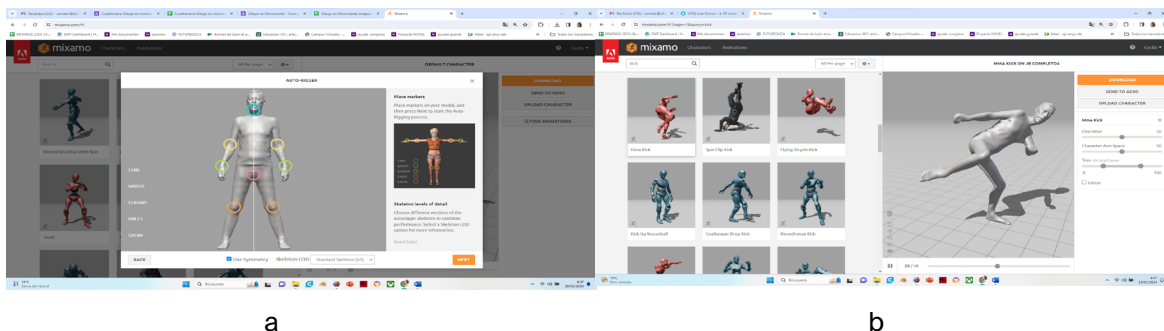


Figura 3: Fotografía de uno de los modelos, escaneo 3D y procesamiento en el programa Meshmixer (elaboración de las autoras).

A continuación, se pasa a la fase de animación de la figura 3D. Esto puede suponer un trabajo largo y costoso si se realiza paso a paso a través de un programa de animación. Para este proyecto se ha usado la aplicación online llamada Mixamo.com; una herramienta online, con la que se pueden crear animaciones 3D sin ninguna experiencia previa en estas técnicas, obteniéndose personajes animados al instante (Blackman, 2014). En este programa se pueden aplicar puntos de referencia a un personaje 3D que generan un esqueleto de forma automática (Fig. 4a) y a continuación añadir el movimiento elegido de una librería muy extensa de animaciones preestablecidas (Fig. 4b). Los modelos creados pueden ser utilizados en una gran variedad de motores de videojuegos y otras aplicaciones.



a

b

Figura 4a: Colocación de 7 puntos de referencia en Mixamo para que el programa realice la animación del modelo humano (elaboración de las autoras).

Figura 4b: Selección del movimiento "patada" de la galería para animar el modelo (elaboración de las autoras).

Una vez damos con el movimiento deseado y hemos extraído el lapso de tiempo correcto, se descarga la animación obtenida en formato FBX ASCII para continuar con el proceso. El modelo descargado se importa en el programa online Sketchfab.com; un repositorio especializado en objetos 3D, que permite la visualización e interacción directa en el entorno online a través del propio navegador, sin necesidad de tener instalada ninguna aplicación. Para subir modelos únicamente es necesario registrarse y se pueden incorporar animaciones de manera sencilla y gratuita. No obstante, plantea algunos límites, como el tamaño o la cantidad de los modelos que se pueden cargar. Aunque, por otro lado, ofrece otras opciones bastante útiles, como la posibilidad de editar la iluminación, los fondos y variar la velocidad. Una vez configuradas las poses, éstas se pueden difundir entre el alumnado de forma gratuita, mediante un enlace, pudiendo visualizarlas directamente en 3D a través de cualquier dispositivo con conexión a internet (Fig. 5a y 5b).

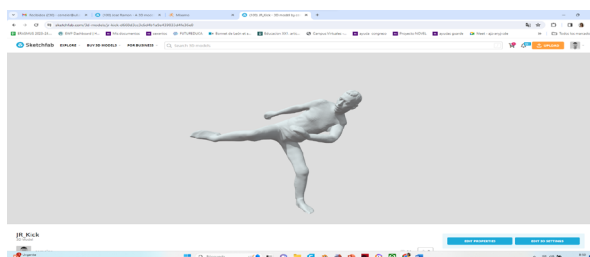


Figura 5a: Modelo 3D del modelo 3D con la animación patada: <https://skfb.ly/oMKx8> (elaboración de las autoras).

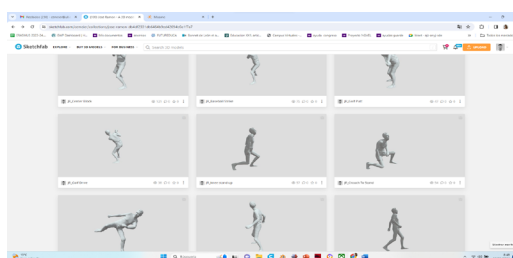


Figura 5b: Diferentes movimientos disponibles del mismo modelo: <https://skfb.ly/oMKBp> (elaboración de las autoras).

El recurso de los modelos 3D animados y sus posibilidades de uso se muestran en el primer contacto con el dibujo en movimiento de la asignatura, indicando al alumnado el funcionamiento del visor y sus posibilidades, con objeto de que desde la primera sesión de movimiento en vivo puedan vincular la representación 3D al dibujo del natural realizado en clase.

3.3. Aplicación y metodología del proyecto

Se realiza la experiencia durante 7 semanas con los tres grupos de Dibujo II (101, 102 y 103), un total de 112 alumnos/as, de los cuales 61 terminaron todos los ejercicios de manera adecuada y se incluyen en los resultados finales.

Dibujo en movimiento a partir de modelo profesional

Se comienza con la primera parte: una sesión presencial de 2 horas, basada en una metodología de enseñanza directa, donde la docente realiza una introducción sobre el tema, utilizando material visual como ejemplo para desarrollar los ejercicios en clase. Seguidamente se imparten instrucciones técnicas sobre la ejecución de los dibujos. También en esa sesión, se muestra el recurso digital y sus diferentes posibilidades. Es entonces cuando se pasa a la práctica presencial mediante la sincronización del movimiento del modelo escaneado, proyectado en el aula, con el modelo real en clase. En todas las poses los movimientos de ambos modelos, real y digital se simultanean, sirviendo el modelo 3D de guía al modelo real, quien realiza en la tarima idénticas acciones que la proyección. Estas poses dinámicas tienen 5 minutos de duración y se dibujan en papel de tamaño de 100x70 cm cada una, aplicando lo aprendido durante la explicación de la docente y obteniendo unos 5 dibujos aproximadamente (Fig. 6). Tras cada dibujo, se llevan a cabo evaluaciones grupales de una selección de los resultados. Por otra parte, a lo largo de la práctica, cuando el alumnado topa con cierta dificultad, se realizan algunas demostraciones por parte de la docente. Esta sesión en el aula sirve para integrar el recurso digital en la práctica de la asignatura y comprender su conexión con el movimiento del natural.



Figura 6: Práctica presencial a partir de la sincronización entre el movimiento del modelo escaneado proyectado en el aula y el modelo real en clase (Fuente: elaboración de las autoras y dibujo de Aitana Ortega Martín).

Dibujo en movimiento a partir de modelo 3D

En la siguiente tarea, el visor 3D se convierte en el único recurso para realizar los ejercicios. Cada estudiante realiza una media de 15 dibujos de los modelos animados digitalmente en formato DIN A3, durante 3 semanas, de manera autónoma, aplicando así lo aprendido en clase presencialmente. Después se lleva a cabo una puesta en común de los resultados en el aula, analizando los dibujos realizados. En ella la docente lleva a cabo una revisión de estos en conjunto, recordando los objetivos de la práctica, destacando los aciertos, señalando los posibles fallos e indicando las posibilidades de mejora. Por otra parte, otras consultas acerca de su realización también se dan paralelamente durante las tutorías.

La continuación de esta tarea consiste en aplicar las revisiones realizadas en los dibujos usando de nuevo los modelos 3D en horario autónomo. Es decir, el alumnado tiene la oportunidad de enmendar los errores cometidos o añadir mejoras a la serie realizada antes de ser entregada de forma definitiva para su evaluación (Fig. 7).



Figura 7: Ejemplos de dibujos de movimiento realizados a partir de los modelos 3D de forma autónoma por el alumnado (Fuente: Dibujos de Iru Herrera Rosales, Gabriel Gil González, Evelyn Escamilla Gómez, Náyade De Vega Baldó, Iru Herrera Rosales y Evelyn Escamilla Gómez).

Dibujo en movimiento a partir de modelo casual

La última parte de esta experiencia consistirá en dibujar figuras en movimiento del natural, en formato DIN A3, durante otras 3 semanas, a partir de modelos no profesionales tanto en un entorno doméstico más controlado como en un entorno externo sujeto a contingencias, exponiéndose a la falta de control que implica ese medio (Fig. 8). Cada estudiante realizará de nuevo una media de 15 dibujos en total. De esta manera, se pretende que el entrenamiento llevado a cabo con los modelos 3D sirva de ensayo y afianzamiento de las bases para enfrentarse a un entorno real, con una mayor variabilidad y cuya casuística requiere flexibilidad y preparación. Al igual que en la anterior tarea, las tutorías funcionaron como un espacio de orientación en la consecución de esta serie de dibujos.



Figura 8: Ejemplos de dibujos de movimiento realizados a partir de modelos casuales de forma autónoma por el alumnado (Fuente: Dibujos de Gabriel Gil González, Evelyn Escamilla Gómez, Iru Herrera Rosales, Guillermo Gutiérrez Hernández y Fiona Navarro Majul).

Rúbrica de evaluación

Una vez realizadas todas las entregas, los parámetros de evaluación serán los mismos tanto para los dibujos realizados en el aula como autónomamente:

- Síntesis gráfica de la acción suficientemente resumida e interpretable para entender el movimiento representado.
- Síntesis gráfica adecuada de la anatomía, que conserve rasgos particulares del tipo de modelo dibujado, alejándose tanto de la simplificación puramente geométrica como de la descripción realista.
- Manifestación del movimiento en una fase intermedia lo suficientemente expresiva del dinamismo y sin descomponer la duración.
- Correcta ejecución del garabateo, evitando que la redundancia de la línea impida la visibilidad de lo esencial en la figura.
- Dibujo proporcionado en tamaño con respecto al formato del soporte, con margen suficiente respecto al límite del papel, centrado y completo (sin partes del cuerpo recortadas).

Al final de la experiencia, el alumnado cumplimentó un cuestionario de satisfacción acerca de la herramienta digital empleada, organizado en escala Likert. Dicho cuestionario se planteó en base a preguntas sobre la accesibilidad; usabilidad; aspectos propios de la herramienta, como velocidades y puntos de vista; utilidad en clase y fuera del aula; así como otras referentes al impacto en su manera de dibujar.

4. Resultados

Se ha realizado el escaneo del cuerpo por tramos de cada uno de los modelos que posan en la asignatura de Dibujo II, con su posterior procesamiento en un programa de modelado 3D. Posteriormente, cada uno de los escaneados ha sido tratado en el programa Mixamo para animarlo. Para finalizar, se ha configurado un repositorio con un total de 9 animaciones por modelo. Este conjunto consta, por un lado, de 3 movimientos fácilmente replicables por el modelo en el aula y, por otro lado, 6 movimientos demasiado complejos para repetir durante varios minutos. De esta manera, gracias a la herramienta, es posible ampliar el abanico de acciones practicadas en clase.

Las animaciones obtenidas se pueden acelerar, ralentizar y pausar; distanciar y acercar; y girar en 360°, incluyendo puntos de vista imposibles de acceder en una situación real, como son el picado y el contrapicado. Son además permanentemente accesibles desde cualquier dispositivo con conexión a internet en los siguientes enlaces (Fig. 9).



<https://skfb.ly/oMPBz>

<https://skfb.ly/oMKBp>

<https://skfb.ly/oMKBq>

<https://skfb.ly/oMKBr>

Figura 9: Cuatro modelos escaneados y animados (elaboración de las autoras).

En la tabla 2 se pueden comprobar los resultados del cuestionario de satisfacción cumplimentado por el alumnado. Realizado en escala Likert, 1 equivale a “nada de acuerdo” y 5 a “totalmente de acuerdo”. Se ha añadido, además, el cálculo de la desviación estándar para medir la variabilidad o dispersión de las respuestas obtenidas en relación con la media.

Tabla 2: Resultados del cuestionario del alumnado que hizo uso del recurso desarrollado. LINK

Pregunta	Media	Des. Vest.
Acceso y usabilidad		
He podido acceder a los modelos en movimiento sin problemas	4,70	0,73
Ha sido fácil usar el recurso digital para el dibujo en movimiento	4,38	0,83
La variación de la velocidad del movimiento ha sido útil a la hora de dibujarlo	4,23	1,14
El hecho de ampliar los puntos de vista desde los que apreciar el movimiento de los modelos, gracias a la herramienta, me hace comprender mejor el movimiento que estoy dibujando	4,45	0,82
Utilidad en clase		
A la hora de realizar los dibujos en clase, me ha ayudado disponer de las proyecciones del modelo 3D en el aula mientras el mismo/a modelo realizaba un movimiento similar	3,60	1,17
Utilizar en la herramienta los/as modelos 3D escaneados a partir de los modelos reales de la clase me ayuda a conocer mejor su anatomía y a dibujarlos más fácilmente	3,80	1,09
Práctica y mejora del dibujo en movimiento		
Me parece útil disponer de figuras en movimiento para practicar fuera del horario lectivo	4,51	0,97
Disponer de copias digitales de los modelos para ensayar en casa me facilita después el dibujo en el aula	4,15	1,03
Me resulta más fácil dibujar en movimiento con esta herramienta antes de realizar el dibujo en movimiento al natural (de forma directa a partir de personas reales)	4,00	1,22
Opiniones sobre el recurso digital		
Me parece interesante utilizar estos recursos digitales para el dibujo en movimiento de personas como complemento al dibujo del natural	4,34	0,86
Me parecería interesante usar en un futuro estos y otros recursos digitales para el dibujo en movimiento de personas como una alternativa al dibujo del natural	3,79	1,22
Impacto en la mejora del dibujo en movimiento		
Creo que en general he conseguido mejorar mi dibujo en movimiento al practicar con la herramienta digital y sus recursos	3,93	0,97
Opino que esta herramienta me ha ayudado a ensayar el dibujo en movimiento como preparación previa, de cara a enfrentarme con el dibujo de movimiento al natural	3,98	1,04
Creo que he conseguido alcanzar un mejor dibujo en movimiento al natural después de practicar con la herramienta digital	3,78	1,03

Tabla de elaboración propia

De los 112 estudiantes iniciales, finalmente 61 realizaron entregas suficientes (3 bloques de ejercicios) para poder evaluar el uso del recurso y la progresión de sus resultados en el dibujo de movimiento. Se consideran de referencia únicamente las notas de ese alumnado por dar cuenta de una etapa de aprendizaje previa, del manejo de la herramienta y de una etapa final, pudiéndose así realizar los cálculos relativos a esta sección de la asignatura en todo su proceso. Las calificaciones se calculan sobre 10 como nota máxima. En la tabla 3 se muestran las diferentes notas medias de cada ejercicio. Las del primero hacen referencia a la práctica con las poses simultáneas, donde el modelo 3D guía al modelo real. Las del segundo corresponden a los dibujos autónomos que realiza el alumnado a partir del visor 3D. Las del tercero se refieren a los dibujos hechos a partir de modelos casuales que el estudiantado toma de su entorno. Por otro lado, se ha realizado una diferenciación por grupos de alumnado para distinguir la mejora por distintos sectores, creando, además del conjunto total del grupo, divisiones según las categorías de suspensos, aprobados, aprobados entre 5 y 7 puntos y aprobados con más de 7 puntos.

Un factor relevante en la revisión de los resultados es el hecho de que la última corrección se evalúa de forma más exigente, por lo que las notas tienden a no aumentar significativamente en el bloque de ejercicios final. Con intención de poder comparar las notas obtenidas equitativamente, se opta por igualar a la misma exigencia presente en el ejercicio 3 los otros ejercicios. En base a ello, se aplica la rebaja de 1 punto en el 1er ejercicio (de exigencia baja) y de medio punto en el 2º (de exigencia media), con objeto de equipararlos al nivel establecido en el 3º (de exigencia alta).

Tabla 3: Resultados de las notas medias de ejercicios parciales. LINK

GRUPO	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	DIFERENCIA (E3-E1)	MEDIA (E1+E2+E3)
Todos	5,57	6,32	7,05	1,47	6,31
Suspensos	3,79	3,78	4,57	0,78	4,05
Aprobados ≥ 5	5,97	6,77	7,68	1,71	6,81
Aprobados ≥ 5 y < 7	4,82	5,75	6,73	1,91	5,77
Aprobados ≥ 7	6,61	7,64	8,44	1,83	7,56

Tabla de elaboración propia.

5. Discusión y conclusiones

Recurso digital en 3D

A lo largo del proyecto nunca se ha perdido de vista la importancia del contacto con el modelo presente, con el aquí y ahora del dibujo. Sin embargo, este planteamiento no exime la posibilidad de complementar la representación no mediada con otros recursos, como los digitales, susceptibles de favorecer el aprendizaje de la asignatura. Por ello, pese al contraste entre el dibujo obtenido a partir del contacto con el natural y aquel dibujo realizado desde un soporte digital, hemos comprobado que este último es capaz de ampliar las nociones representativas del primero, mejorando sus resultados. Nicolaidis (1969, p. 28) recalca respecto al dibujo de movimiento, "Si piensas acerca de la figura completa, los gestos se convierten en tridimensionales. No es meramente la dirección de la línea sino la acción esencial, la forma completa en el espacio". En ese sentido, los movimientos mostrados a través del visor 3D contribuyen a relacionar la pose dinámica con una concepción global de la misma, visualizando el movimiento desde todos los puntos de vista posibles. Este hecho amplifica las posibilidades dadas en un entorno real, pues el visor 3D facilita visiones de la parte trasera del modelo, además de las picadas y contrapicadas. De esta manera, conocer otras formas de representación del movimiento desde puntos de vista diferentes a los acostumbrados contribuye a entender mejor la disposición de la figura y el movimiento trazado por la misma.

Asimismo, el hecho de replicar los modelos empleados en las poses presenciales como figuras 3D en movimiento, por un lado, aprovecha la riqueza de los recursos tecnológicos a nuestro alcance; por otro, apunta a emular con la mayor fidelidad posible una pose real e, incluso, como ya hemos señalado, a ampliar sus posibilidades. Poder disponer de los mismos modelos de la clase en estos ejercicios contribuye, además, a afianzar el estudio de las anatomías que trabajamos más detalladamente en las poses fijas a lo largo de la asignatura, lo cual ayuda a compensar el breve tiempo de su impartición, al ser una materia cuatrimestral.

Por lo demás, el repositorio de modelos en 3D configurado se convertirá para el alumnado en una herramienta de acceso permanente, que podrá utilizar fuera del horario lectivo y aparte del trabajo autónomo. A esto se ha de añadir que el uso de este recurso promueve un acercamiento del alumnado a las herramientas 3D, un ámbito lleno de posibilidades también para el dibujo.

Feedback del estudiantado

Según los resultados del cuestionario realizado por el estudiantado, la herramienta digital ha demostrado ser accesible y fácil de usar (4,7 y 4,38 sobre 5). Por otro lado, aunque el recurso digital fue bien recibido, la utilización de proyecciones en el aula acompañando al movimiento real del modelo obtuvo una puntuación más baja (3,60 sobre 5), lo que indica que no fueron relevantes en el proceso del dibujo. No obstante, presentan una desviación estándar alta que muestra diferencias entre las opiniones del alumnado. Este dato puede deberse a que la proyección actúa de guía al movimiento realizado por el modelo real y no de referencia para los dibujos. Sin embargo, su presencia sirve para comprender el vínculo entre el dibujo del modelo vivo y el uso de la herramienta.

Por otra parte, las respuestas nos muestran que el recurso digital se percibe como una herramienta valiosa para la práctica y ensayo fuera del horario lectivo, con una puntuación de 4,51 y 4,15 sobre 5, destacando su utilidad para el desarrollo de habilidades de dibujo en movimiento. El alumnado traslada, a su vez, que es un recurso valioso como complemento al dibujo del natural en el aula, con 4,34 sobre 5, pero no tanto como una alternativa, con 3,79 sobre 5, lo que visibiliza la importancia del contacto con el natural que se concede a la práctica en esta materia y, a su vez, la confirmación de este aspecto como esencial por parte del alumnado. Además, en las respuestas se muestra cómo los modelos digitales animados en 3D han contribuido positivamente a la mejora del dibujo en movimiento, según las opiniones del estudiantado usuario, con puntuaciones de 3,93 y 3,98 sobre 5.

En conclusión, el recurso digital ha demostrado ser valioso para la mejora del dibujo en movimiento dentro de una práctica individual, pero, aun así, los resultados sugieren optimizar su integración en el entorno educativo y abordar los desafíos emergentes en la transición al dibujo del natural para maximizar su impacto.

Calificaciones

Se califican los 3 bloques de ejercicios mencionados previamente. Mientras la calificación del primer ejercicio (en clase, a partir de modelo profesional) responde a un criterio menos exigente, dado que se está iniciando con él la práctica del dibujo de movimiento del natural; el segundo ejercicio (autónomo, a partir de modelo 3D) comporta una exigencia media y la calificación del último (autónomo, a partir de modelo casual) comporta un

nivel de exigencia mayor, al ser la etapa final del aprendizaje. A su vez, la variabilidad en los resultados puede obedecer a diversos factores, ya que el hecho de que no se entregue el número propuesto de dibujos en cada ejercicio o no se cumpla alguna de las pautas dadas para su ejecución (formato, materiales, etc.) hace que la nota disminuya.

Aunque la regla general es que la diferencia de mejora entre los aprobados sea moderada y progresiva, en ocasiones existen saltos abruptos entre las notas del primer y del último ejercicio (Fig. 10), con una distancia de hasta más de 4 puntos (teniendo en cuenta la rebaja mencionada).

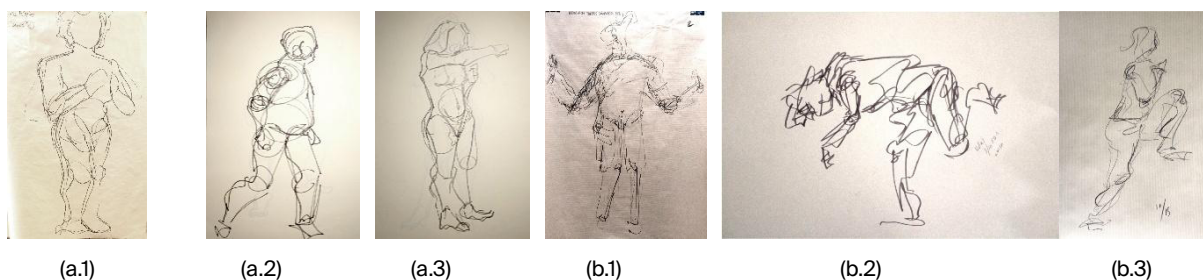


Figura 10: Ejemplos de dos estudiantes (a y b) con mayor progresión en su mejora del primero al último bloque de ejercicios, con muestras de cada uno de los 3 ejercicios (en clase del natural, con el recurso digital y autónomamente del natural) (Fuente: Dibujos de Elena Rojas Armas y Verónica Torres Sánchez).

Equiparando los niveles de exigencia en las calificaciones, el alumnado aprobado con menos de un 7 de media mejora casi dos puntos (1,91) su nota entre el primer y el último ejercicio, el alumnado con calificación superior a 7 lo hace 1,83 puntos, mientras que el conjunto de alumnado aprobado ha mejorado 1,71 puntos. El alumnado suspenso, en cambio, sufre una mejora bastante más discreta, que no llega a 1 (0,78). Por último, el global de alumnado, aprobado y suspenso, ha mejorado 1,47 puntos.

Los resultados obtenidos en los tres ejercicios realizados se sometieron a un análisis estadístico mediante pruebas T pareadas, con objeto de determinar si las diferencias alcanzadas en las calificaciones eran estadísticamente significativas. En conjunto, los resultados respaldan una tendencia de mejora general entre ejercicios en el conjunto del alumnado, pero con especial énfasis en el alumnado aprobado y, sobre todo, en aquel que alcanzó notas medias de 7 en adelante. Se evidencia una mejora progresiva en todos los grupos estudiados, salvo en el de suspensos, cuyo índice empeora en la comparativa entre el ejercicio 3 y el 1.

Los datos señalan que el uso del recurso digital es efectivo con aquel alumnado que cumple con todas las entregas completas de ejercicios, asiste a las revisiones y muestra una asistencia regular a clase. Es decir, el estudiantado que atraviesa las fases de aprendizaje propuestas en el proyecto tiene posibilidades de completar con éxito y progresión la parte de la asignatura dedicada al dibujo en movimiento.

Reflexiones finales

Para que un recurso como el desarrollado sea eficaz, es necesario que el alumnado se comprometa con la práctica realizada, entregando, por una parte, los bloques de ejercicios propuestos y, por otra, que estos se adapten a las pautas específicas dadas en cada uno. Es entonces cuando la herramienta de apoyo puede realmente favorecer los resultados académicos. Aparte de ello, al igual que sucede en una práctica del natural, el alumnado es susceptible de realizar un mal uso del visor 3D, deteniendo la acción de la modelo y dibujando a partir de la imagen congelada. Este tipo de dibujos, sin embargo, son normalmente detectados, puesto que la configuración de la imagen y la estética general difieren de lo que se debería obtener en una práctica de movimiento realizada correctamente.

Se ha comprobado que la utilidad del recurso es realmente efectiva en horas autónomas, cuando se prescinde de modelo presencial. Pues, ante la simultaneidad del modelo 3D proyectado y del modelo vivo realizando los mismos movimientos, este último resulta significativamente preferente. Este hecho compensa la imposibilidad de utilizar el teléfono móvil en las horas de clase, mientras haya un modelo desnudo presente.

A lo largo de los diferentes ejercicios, se observa por lo general una progresión hacia un estilo propio, manifestándose más claramente en el último ejercicio. En él se atiende al lenguaje gráfico del movimiento más acertadamente, se profundiza en las posibilidades del dibujo y se emplean los recursos que han surtido mejor efecto en las anteriores prácticas. Por otro lado, los resultados obtenidos acusan una ligera diferencia a la hora de dibujar a partir del recurso digital y del natural. Mientras que a partir del visor 3D se tienden a anular en mayor medida los detalles específicos de cada modelo, a la hora de dibujar del natural autónomamente suelen surgir dibujos con menor síntesis y aportando rasgos más específicos. En un ensayo anterior del proyecto, en el que se usaron figuras 3D estándar en movimiento descargadas de internet, este aspecto era aún más acusado, sintetizándose el dibujo hasta llegar incluso a la geometrización en un número significativo de casos. El aporte de realismo que supone el escaneo a los modelos en 3D humaniza, por tanto, las figuras y promueve que el alumnado no se aleje como antes de la organicidad y personalización de sus formas.

Aparte, se ha de tener en cuenta que el desarrollo de este recurso relativo al escaneo 3D y la animación de la figura humana requiere conocimientos especializados en el uso de las tecnologías, disponibilidad de escáneres 3D, así como ordenadores con suficiente potencia para trabajar con los archivos. Si bien este hecho puede limitar su desarrollo, en este artículo hemos propuesto un flujo de trabajo lo más sencillo posible valiéndonos del uso de *software* gratuito. En base a comprobar de manera más detallada la efectividad del

recurso, se proyecta reservar en un futuro un grupo de control para poder comparar los resultados derivados con grupos que no dispongan del recurso digital. No obstante, los resultados arrojados por las pruebas T pareadas, indican un considerable porcentaje de mejora a partir del uso de la herramienta en el total de alumnado del grupo, en comparación con la evolución experimentada previamente.

Por último, se ha de destacar que este tipo de recursos puede ser muy solvente en circunstancias como las que atravesamos con la crisis sanitaria del 2019-2020, cuando materias como dibujo del natural se vieron fuertemente afectadas, al estar basadas en la práctica presencial en el aula. Como se ha argumentado anteriormente, pese a no aspirar a sustituir al dibujo del natural, esta herramienta digital facilita la práctica del dibujo de movimiento en circunstancias excepcionales, como las mencionadas, o puede servir de plataforma a prácticas puntuales de educación a distancia, además de funcionar, tal y como se ha empleado, como apoyo a asignaturas presenciales.

Referencias

- Arnheim, R. (1998). *El pensamiento visual*. Paidós.
- Blackman, S. (2014). *Rigging with Mixamo*. In: *Unity for Absolute Beginners*. Apress.
- Castillo Triguero, J. (2022). El dibujo anatómico en la formación artística. *EME Experimental Illustration, Art & Design*, 10, 68-81. <https://doi.org/10.4995/eme.2022.16952>
- Civardi, G. (2004). *Dibujo de la anatomía y estudio del movimiento para uso de estudiantes de escuelas de arte y artistas*. El Drac.
- Díaz Padilla, R. (2007). *El dibujo del natural en la época de la postacademia*. Akal.
- Leal García, A. (2019). Sobre la idea de reconocimiento en las relaciones. Su reconstrucción a través del dibujo y el movimiento. *BRAC. Barcelona Research Art Creation*, 7 (2), 137-156. <https://doi.org/10.17583/brac.2019.2755>
- Li, Y., Huang, J., Tian, F., Wang, H.-A. & Dai, G.-Z. (2019). Gesture interaction in virtual reality. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 1 (1), 84-112. <https://doi.org/10.3724/SP.J.2096-5796.2018.0006>
- Meier, C., Castellano San Jacinto, T., Bonnet de León, A., Villegas González, D., & Mesa Lima, L. (2025). Bodegón 3D virtual para facilitar el aprendizaje de la copia del natural. *Campus Virtuales*, 14 (1), 51-62. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1415>
- Naranjo Macías, A. (2023). Explorando la intersección entre la tecnología y la enseñanza del dibujo del natural, perspectivas de la realidad mixta en la educación artística superior. En A. Gómez Gómez, D. Acle Vicente & M. Carballada Camacho, *Manipulación en imágenes visuales y sonoras en ficción y no ficción*, pp. 980-997. Dykinson.
- Nicolaidis, K. (1969). *The natural way to draw*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Wikipedia. (2021). *Makehuman*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Makehuman>

