

# La maqueta como interfase y como tecnología en los procesos formativos del diseño industrial



Andrea Roxana Wengrowicz

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

## Resumen

El presente artículo propone un avance de la investigación de la tesis de Doctorado en Diseño de FADU, UBA que está en curso y que da cuenta del entrecruzamiento entre los procesos de enseñanza y de aprendizaje del diseño industrial, la neuroeducación y el uso de las tecnologías. En la actualidad, en nuestra Facultad, se están contemplando categorías para revisar las prácticas educativas con el uso de los modelos tridimensionales. Como docentes nos interesa ofrecer oportunidades de crecimiento, de desarrollo y de transformación en nuestras aulas y proponer estrategias didácticas que permitan crear mejores condiciones que favorezcan los aprendizajes profundos, la comprensión, la autonomía y la participación activa y comprometida de los estudiantes. Consideramos a los modelos tridimensionales corpóreos como dispositivos didácticos potentes para enriquecer la experiencia formativa del diseño industrial. Desde una investigación cualitativa, donde se emplea una modalidad exploratoria y observacional, nos centramos en analizar el lugar que ocupan las maquetas y prototipos durante los trayectos formativos, ya que nos interesa comprender cómo son las interacciones y experiencias didácticas del diseño y hacemos foco en cómo van cambiando con las prácticas mediadas por las tecnologías.

**Palabras clave:** diseño industrial; procesos formativos; modelos tridimensionales; neuroeducación; tecnologías.

## The model as interface and technology in the training processes of industrial design

### Abstract

This article proposes a preview of the research of the PhD thesis in Design at FADU UBA that is in progress and that accounts for the intertwining between the teaching and learning processes of industrial design, neuroeducation and the use of technologies. Currently, in our Faculty, categories are being considered to review educational practices with the use of three-dimensional models. As teachers, we are interested in offering opportunities for growth, development and transformation in our classrooms and proposing teaching strategies that allow us to create better conditions that favor deep learning, understanding, autonomy, and the active and committed participation of students. We consider three-dimensional corporeal models as powerful teaching devices

to enrich the educational experience of industrial design. From a qualitative research, where an exploratory and observational modality is used, we focus on analyzing the place that models and prototypes occupy during the training paths, since we are interested in understanding what the interactions and didactic experiences of design are like and we focus on how they change with practices mediated by technologies.

**Keywords:** industrial design; training processes; three-dimensional models; neuroeducation; technologies.

---

*Me lo contaron y lo olvidé; lo vi y lo entendí;  
lo hice y lo aprendí.  
Confucio*

## Introducción

A partir de la experiencia como estudiante, egresada y docente de diseño industrial, desde los años 1990, con una fuerte impronta en la realización de maquetas y modelos (cursando en las cátedras de Diseño del Dr. Arq. Ricardo Blanco y de Morfología del Dr. Di Fabián Bianchi Lastra), observamos que hubo cambios durante el proceso formativo del diseño y en las entregas de los ejercicios a lo largo de estos últimos treinta años en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires. Actualmente, visualizamos que se elaboran pocas maquetas de estudio para ir corrigiendo los proyectos o para realizar ajustes gracias a las pruebas y errores; y eventualmente se construyen maquetas realistas a mano para las entregas. En algunos casos se producen (o se encargan a terceros para su realización) piezas impresas en 3D o directamente los prototipos funcionales con los materiales reales. Sin embargo, es necesario, en todos los casos, ofrecer propuestas de diseño a través de *renders* o simulaciones virtuales que representan a los objetos en imágenes visuales. Observamos las caras de las tecnologías: cómo seducen, fascinan y encantan con su inmediatez, ahorro de esfuerzo, precisión e impacto con la apariencia de los resultados, sumados a la versatilidad que ofrecen con la posibilidad de realizar infinitas operaciones en la virtualidad transformando dimensiones, formas, colores, texturas. Por otro lado, verificamos cómo se acortan los pasos del proceso de aprendizaje involucrado durante la actividad proyectual, ya que se reducen las posibilidades de diseño a lo que pueden dibujar, o realizan dibujos engañosos, que simulan de manera exitosa situaciones imposibles de concreción. En otro extremo, recurrir a la inteligencia artificial generativa para que resuelva por ellos el diseño, o materializar con las herramientas digitales como con corte láser o impresión 3D, sin una intervención manual posterior, podría restringir o limitar en parte el desarrollo proyectual. Entendemos la relevancia de reconocer los límites; a veces no se justifica imprimir todo en 3D, se deben analizar otras alternativas según los diferentes casos. Es necesario en este punto destacar que se trata de procesos diferentes, uno es el del alumno en su formación (que implica tanto al proceso de enseñanza como al de aprendizaje) y el otro, el proceso de diseño, como objeto de conocimiento. En todo caso, las visiones dicotómicas obstaculizan la comprensión de estos fenómenos que son complejos a la hora de tomar decisiones didácticas en relación con la inclusión de tecnologías de distinto tipo.

En este sentido, nos interesa comprender cómo son las experiencias didácticas del diseño en las que los estudiantes de FADU interactúan con modelos tridimensionales como herramientas disciplinares y cómo van cambiando con las prácticas mediadas

por las tecnologías. Reconocemos que hay tensiones en la enseñanza del diseño acerca de la realización de maquetas realistas o prototipos. Indagamos acerca de las modalidades de trabajo y producción en las materias de proyecto y en los diferentes sistemas de percepción y representación, desde el enfoque de la didáctica del diseño, la neuroeducación, los sistemas complejos y el enfoque sociotécnico, siendo la enseñanza, el diseño y las tecnologías construcciones sociales. En la tesis<sup>1</sup> hacemos énfasis en las prácticas de formación y experiencias didácticas que consideran la utilización de los modelos tridimensionales en la enseñanza del diseño industrial, como sistema de representación emblemático de la disciplina, donde evidenciamos que el diseño se expande y se consolida a través de ellos.

Partimos de la idea de que el desarrollo del diseño, que se manifiesta desde los mismos procesos de enseñanza y de aprendizaje en el diseño industrial, comienzan con un despliegue mental que se enriquece empleando dibujos en dos y tres dimensiones. Además, se elaboran modelos tridimensionales, que pueden ser virtuales, pero también físicos, como herramientas concretas y corpóreas de mediación experiencial, para comunicar, mostrar y compartir las ideas en curso, para corregir, debatir, reflexionar y evolucionarlas. Se manifiesta una creciente tendencia a utilizar las herramientas digitales para representar y para fabricar las propuestas de diseño en el ámbito académico.

Para poder conocer y comprender las propuestas de diseño de productos, tanto los estudiantes como los docentes necesitan explorar y experimentar: ver, tocar, percibir y sentir el diseño; y al interactuar entre las personas, con los entornos y objetos desde diferentes estímulos sensoriales se provocan diversas emociones, y se apela de esta forma, a la memoria a través del cuerpo. Hay una particular relación entre las manos, los ojos y el pensamiento, en tanto se dan variadas interacciones que promueven la reflexión, la comprensión y la acción: hacer, tocar, mirar, percibir, sentir, pensar, descubrir, transformar, probar, arriesgarse, equivocarse, corregir, aprehender y aprender.

## Antecedentes

### *Los sistemas complejos en el campo del diseño*

Las representaciones en el campo proyectual, ya sean gráficas o corpóreas, hacen explícitas, visibles y tangibles las ideas de diseño y contribuyen a reconocer la capacidad que tienen los estudiantes para apropiarse críticamente de los lenguajes especializados y establecer relaciones y preguntas, situación que los conduce por los caminos de la interconectividad, de lo complejo, como define Bengoa (2021). Este autor propone revisar las prácticas de la creación en el campo del diseño atravesadas por los avances de las ciencias informáticas, que dan lugar a un incipiente paradigma digital, desde una epistemología del diseño, que permite conocer la realidad del propio diseño. Propone diversos puntos de vista para la construcción de bases conceptuales para el proyecto, considerando los problemas de diseño como sistemas complejos que servirán como advertencia de la necesidad de buscar las múltiples miradas al problema, del trabajo interdisciplinario y de la contemplación de multiplicidad de factores ambientales, tecnológicos y regionales.

Pittaluga (2017) plantea que el campo del diseño es un espacio complejo, compuesto no solo por los diseñadores y que además no observamos el objeto diseñado o el acto

<sup>1</sup> "Los modelos tridimensionales en la experiencia educativa del diseño industrial. Persistencias y renovaciones entre lo físico y lo virtual; y entre lo humano y lo artificial". Directora: Dra. Carina Lion y Codirector: Dr. Di Alan Neumarkt.

aislado de diseñar, sino la serie de articulaciones que se producen, como las imbricaciones sociales, culturales y sobre todo la definición que le otorga la concepción epistemológica. En otro trabajo, Gómez Ordoñez y Santana Castro (2020) invitan a la reflexión desde el enfoque del pensamiento complejo, en donde se hace necesaria la responsabilidad social que tiene el ámbito profesional del diseño hacia la inclusión de personas con discapacidad visual, observando e integrando los diferentes sistemas y factores que influyen en el proceso de diseño para un mundo de sombras y experiencias táctiles, funcionales y estéticas. En otro escrito, vinculado al diseño gráfico, Angarita (2021) plantea que el neurodiseño tiene como propósito la utilización de conocimientos desde las neurociencias que, al aplicarse al diseño, influyen en la percepción y comportamiento del usuario a quien se dirige la comunicación visual. En este sentido, se crea un diseño que tiene como objetivo la estimulación del cerebro del que observa y su finalidad es la optimización del diseño.

### ***Las maquetas como herramientas didácticas***

Alfía García (2015) sostiene que en el Diseño Industrial las maquetas son herramientas didácticas fundamentales porque permiten conocer los objetos tridimensionales de una manera sencilla e intuitiva. Remarca la versatilidad de estas y su empleo como herramienta didáctica para pasar de las dos a las tres dimensiones de una manera fácil y divertida. En una investigación sobre la enseñanza del diseño, Fantini (2019) propone que en las carreras consagradas a la enseñanza del proyecto se lleve adelante el trabajo de laboratorio, propio de los talleres de diseño, y menciona la idea de Devalle, cuando plantea que son reconocidos como escenas fundantes de nuestras disciplinas. Por otro lado, la simulación en las prácticas del Taller, como plantea Scarfone (2016), actúa como estrategia didáctica que pretende despertar las pasiones en el proceso hacia la proyectualidad. Sostiene que en este aprender haciendo, se ponen en juego las representaciones bi y tridimensional de los objetos en el espacio y la retórica de la imagen en tanto mediadora para construir y transmitir mensajes. La simulación actúa entonces como un espacio de participación colectiva en una actividad ficcional que recrea situaciones de la realidad. En otro artículo, de la Cova-Morillo Velarde (2016) plantea que la maqueta convive de múltiples maneras con el dibujo, y es habitada por sus constructores, artesanos que se transforman en arquitectos. Los modelos digitales han roto esa magia de juego de manos y habrá que encontrar las convivencias entre manualidad y virtualidad. Considera que no basta con los ojos y que lo real necesita de las manos. En este sentido, Conejero *et al.* (2012) también reflexionan sobre el uso de las maquetas y prototipos en los proyectos de diseño y desarrollo de productos en el ámbito profesional. Los modelos y prototipos físicos sirven como símbolos accesibles del futuro producto ya que facilitan la definición de metas concretas y unifican a los equipos involucrados en todo el proceso. Plantean que la concreción actúa de apoyo en la comunicación haciendo que algo abstracto sea explícito y comprensible.

Cubalo (2015) presenta un artículo donde intenta exponer algunas reflexiones sobre los aportes del saber didáctico a las modalidades —tradicionales e innovadoras— que conviven en el taller de proyecto arquitectónico, vinculando el rol de los materiales de enseñanza, en términos de tecnología, y la práctica educativa. Entiende al proyecto como un proceso en el que el dibujo y la maqueta son componentes interactivos, para abordarlo desde dos sistemas complementarios: el croquis, como un medio más rápido para la expresión espontánea, y las maquetas de estudio, para modelar la forma y construir el espacio. Menciona que en algunas oportunidades se ubicó al dibujo como medio de representación autosuficiente, y se relegó a la maqueta a un segundo plano, desaprovechando el gran potencial que tiene como herramienta con intencionalidad didáctica: como estrategia de enseñanza, y como medio de comunicación. Propone reconsiderar la función cognoscitiva de la maqueta, haciendo hincapié en la doble experticia didáctico-disciplinar y las transformaciones que se han introducido en este

escenario educativo con la incorporación de las tecnologías digitales. Indaga sobre las propuestas educativas marcadas por la incorporación de las tecnologías, pensando que la producción de conocimientos en el taller de arquitectura no está en lo digital, sino entre lo análogo y lo digital. Reconoce ciertos ciclos de iteraciones de ir y venir entre lo virtual y lo real, atendiendo a la complejidad de este recorrido y reconsiderando una adecuada elección de las tecnologías y su oportuna utilización. Se pregunta cuál es el panorama que se vislumbra en los talleres de arquitectura ante estos escenarios.

### ***Las tecnologías digitales en la educación***

En la relación entre tecnologías, herramientas digitales y aprendizajes, en su tesis doctoral, Lion (2002) investigó las prácticas de enseñanza de los docentes universitarios analizadas desde la perspectiva del impacto de las tecnologías del conocimiento. Indagó en ese momento acerca de los procesos de construcción de los conocimientos en la universidad cuando se encuentran mediados tecnológicamente. Maggio (2016), en su tesis de doctorado sobre las prácticas de enseñanza en el nivel superior en ambientes de alta dotación tecnológica, construye la categoría de inclusión genuina para enriquecer la enseñanza, reflexionando acerca de las posibilidades que brindan las tecnologías en sus sentidos didáctico, epistemológico y cultural y aborda casos diversos de inclusión genuina en ambientes de alta disposición tecnológica. Con respecto a la enseñanza del diseño, recientemente, Génova (2022) hace una reseña sobre el libro que Floris y Martinelli realizaron durante 2020 (en pandemia por el COVID-19), que reúne y presenta los hallazgos, reflexiones y propuestas que se desarrollaron en el marco del “Taller de diseño de Evaluaciones Virtuales” para reconocer algunas de las estrategias para evaluar en forma virtual carreras del área de la arquitectura y el diseño y, también observar y analizar el rol docente en contextos cambiantes e híbridos, inestables y desafiantes.

Neumarkt (2021a) da cuenta del recorrido histórico lineal sobre la enseñanza del Diseño Industrial, con algunas asociaciones vinculadas a la filosofía y al contexto. Realiza una reflexión sobre tres momentos de la praxis en la enseñanza, iniciada a través de herramientas analógicas, posteriormente el salto veloz a la digitalización y a la emergencia de la virtualidad, hecho que, a su entender, podría marcar un cambio de época. En este sentido, Muñoz (2022) refiere que la formación y la práctica profesional y de investigación desde el inicio de la disciplina fueron predigitales, materiales, concretas, palpables, y hoy lo que las caracteriza es la hibridez. En su trabajo busca evidenciar las transformaciones y aportes de lo digital en el área específica de la morfología en diseño industrial. En otra publicación, Torreblanca Díaz (2022) destaca que la fabricación digital aditiva, o impresión 3D, es una tecnología que está cambiando radicalmente los procesos de fabricación y de comercialización en el mundo. Cita a Schwab quien propone que se están planteando nuevos paradigmas en la manera de trabajar, vivir y relacionarnos, cambiando el contexto económico, social y cultural, articulando con el fenómeno denominado la cuarta Revolución Industrial (2016: 3).

### **Acerca de la investigación**

La investigación parte de la preocupación como docente acerca de cómo transitan sus trayectos de aprendizaje en la FADU los estudiantes de diseño industrial, qué experiencias promovemos en las aulas y cómo se relacionan con los sistemas de representación y las herramientas tecnológicas. De este modo, nos propusimos explorar, analizar y comprender cómo son los intercambios entre docentes y estudiantes de diseño industrial en la Universidad, cómo son la enseñanza y el aprendizaje en las materias proyectuales de diseño industrial y, como desprendimiento de esto, de qué manera cambia, evoluciona

el empleo de los modelos tridimensionales y cómo se introducen las herramientas digitales en la formación de los alumnos de la FADU. Dado su objeto, se trata de una investigación social e interpretativa que se enfoca en las características de las propuestas de enseñanza del diseño desde la implementación de los modelos tridimensionales, de las herramientas tecnológicas y de las interacciones entre docentes, alumnos y los dispositivos didácticos que favorecen el aprendizaje experiencial, vivencial y situado. El objetivo principal de la tesis consiste en analizar el lugar que ocupan los sistemas de representación, en especial, la implementación de los modelos tridimensionales no solo en el acto de diseñar, sino también en todo el proceso de formación de los estudiantes, con el objeto de poder comprender y así destacar el papel activo y protagónico que pueden asumir los estudiantes que aprenden reflexionando, planificando y haciendo. Es decir, la intención de la tesis es comprender las interrelaciones formadas por los docentes, los estudiantes y las estrategias didácticas que se emplean en la carrera de diseño industrial y cómo se relacionan con las persistencias, los cambios y la evolución de los modelos tridimensionales y el uso de las tecnologías digitales tanto de representación como de fabricación. Además, se recurre a la mirada y al análisis desde estudios de las neurociencias (herramientas que nos permiten entender cómo funciona el cerebro) para comprender los aprendizajes que emergen de dichas prácticas. Desde el punto de vista epistemológico, se trata de una investigación interpretativa que analiza las prácticas educativas focalizando en las interacciones, porque buscamos comprender cómo son esas prácticas y si favorecen la mejora de la formación en diseño industrial.

Estamos reconociendo algunas características de las estrategias de enseñanza del diseño con modelos tridimensionales ya sean corpóreos, que emplean diferentes materiales, con técnicas de realización manuales e incluyendo las tecnologías de fabricación digital o bien, modelados en 3 dimensiones a través de sistemas de representación virtuales, que favorecen procesos de inclusión genuina de las tecnologías. Identificamos fortalezas y debilidades de las prácticas educativas en el área de diseño a través del empleo de los modelos tridimensionales y de la incorporación de dispositivos tecnológicos. Finalmente pretendemos construir categorías de análisis que vinculen la formación del diseño industrial en la universidad, las tecnologías digitales y el modelo tridimensional como dispositivo.

## Fundamentación

El modelo tridimensional corpóreo es un vehículo de comunicación, comprensión y verificación, fundamental para las experiencias de aprendizaje que articulan lo vivencial en lo digital y en lo presencial desde las prácticas de enseñanza, y en la investigación se aborda desde la filosofía y la neuroeducación, implicando de este modo, aportes significativos al campo.

Consideramos a la maqueta/modelo/prototipo como herramienta con valor didáctico durante todo el proceso educativo, desde la necesidad de materializar una idea como en la retroalimentación en la evaluación, poniendo énfasis en la experiencia en el aula. El modelo tridimensional como dispositivo, como tecnología, en tanto herramienta como parte de la extensión de la mente y de los cuerpos de los sujetos cuando aprenden, permite indagar y analizar cómo se aprende más del entorno (Lion 2020: 20). Las herramientas tecnológicas, en este caso, los modelos tridimensionales que representan las ideas y diseños de nuevos elementos, pueden emplearse en el sistema educativo como objeto de aprendizaje, como medio para aprender o como apoyo al aprendizaje. En esta investigación, nos interesa analizar las prácticas de trabajo y, en el caso de la realización manual en la materialización de los modelos con técnicas analógicas y/o combinando con otras digitales, considerar lo que implican; como también indagar

sobre las prácticas de enseñanza empleando los modelos físicos concretos como herramientas didácticas desde un enfoque sistémico.

Romano (2019: 33) cita a Heidegger cuando señala que: “Nuestras manos son órganos para el pensamiento. En el momento que estas no trabajan para hacer o para aprender lo hacen para pensar. Dibujar, hacer maquetas, croquizar... es un ‘hacer’ que se convierte en una forma de ‘pensar’ en el que manos y pensamiento quedan unidos”. Relaciona de este modo la acción y el pensamiento. También lo plantea Campos Baeza (2009: 12) cuando dice “la labor creadora de un arquitecto necesita tanto de la cabeza como de las manos. La cabeza que genera las ideas, y las manos que materializan aquellas ideas, que las construyen”. Acerca de las emociones en la percepción de la arquitectura, Pallasmaa (2006; 2012) propone reflexionar sobre nuestras experiencias sensoriales más allá de la vista; además plantea que la mano no es solo un ejecutor fiel y pasivo de las intenciones del cerebro, sino que tiene intencionalidad y habilidades propias. Este autor explora el entendimiento y los procesos corporales como parte existencial de la condición humana y sus específicos modos de ser y experimentar. En esta línea, Sennet (2009: 33) sostiene que “lo táctil, lo relacional y lo incompleto, son experiencias físicas que tienen lugar en el acto de dibujar”. Este autor también plantea que “desde el punto de vista mental, necesitamos aprender a tomar distancia de un problema, a soltarlo, en general por un tiempo, para apreciar mejor de qué se trata y volver luego a cogerlo con una nueva actitud” (ibídem: 101). Justamente eso es lo que se hace al trabajar con modelos corpóreos, uno los va recorriendo en sus diferentes caras con la vista y con el tacto: los sujeta, los gira, los aleja y los acerca, los huele, los apoya, los retoma en otro momento de otra manera, los interpreta y los transforma.

El neurólogo Castiglione (2024), al explorar la mente, comenta acerca de cinco regiones creativas del cerebro. El área giro-fusiforme, conocida por su rol en el reconocimiento facial, evidencia actividad en estudios funcionales ante patrones visuales complejos, necesarios para la apreciación estética; el área prefrontal dorso-lateral, relacionada con funciones motoras, emerge como centro de la creatividad, destacando su papel en la generación de ideas y la planificación creativa; el lóbulo parietal inferior, con un rol clave en la abstracción y la integración de información viso-espacial; el precúneo, relacionado con la imaginación y la memoria autobiográfica, que juega un papel clave en la generación de ideas y la conexión con experiencias pasadas; y por último el núcleo accumbens, que forma parte de la vía dopaminérgica mesolímbica, siendo una de las principales áreas de recompensa, en lo que se conoce como centro de placer. Para este doctor e investigador, la comprensión de las regiones creativas del cerebro nos lleva más allá de la estética y el arte hacia aplicaciones médicas innovadoras.

Desde la experiencia docente observamos que realizar modelos tridimensionales corpóreos durante la formación en diseño industrial permite entrenar la atención, la perseverancia, la capacidad de frenar un instante y pensar antes de actuar, tener la habilidad de planificar un camino para llegar a un objetivo. El cerebro aprende a partir de las experiencias, al recibir estímulos entrenadores, experimentando con diferentes materiales y tecnologías, creando y materializando sus propios proyectos (Goldin, 2017: 77-78). Se puede entrenar el cerebro para construir nuevos aprendizajes, a medida que se van haciendo los dibujos de los proyectos y también planificando y elaborando las maquetas de estudio, se va aumentando la complejidad de las tareas de entrenamiento en forma gradual y además mantiene alta la motivación del estudiante, con una actitud activa y autónoma, ya que puede ver plasmada su idea mental en algo concreto. Tanto el dibujo como la maqueta se logran luego de un arduo proceso que implica una actividad realizada con sumo interés y decisión, y el resultado tiene gran intensidad desde lo afectivo y emocional y da mucha satisfacción a quien lo realiza. Con relación a esto, Sennet (2009: 191) enfatiza la importancia del orgullo por el trabajo propio ya que actúa como recompensa de la habilidad y el compromiso. Este proceso

permite analizar lo que se está haciendo y pensar qué implicancias tiene para el proyecto. Promueve repensar y evaluar las acciones, darse cuenta de las equivocaciones y aprender de los errores ya que se toma conciencia de lo que se hace llevando a la metacognición, reformulando lo hecho y dando una vuelta de tuerca (Bekinschtein, 2017: 82-83) para que las ideas evolucionen. Acompañan esta perspectiva los conceptos de aprendizaje permanente y de flexibilidad cognitiva, como sugieren Forés y Cascudo (2017) desde la neuroeducación.

En esta investigación pretendemos identificar, analizar, discutir y poner en tensión algunos elementos de los procesos didácticos y de génesis del proyecto, para comprender los fenómenos que llevan a confirmar la hipótesis. Problematicamos e indagamos sobre el lugar que ocupan los modelos tridimensionales en la enseñanza del diseño industrial atravesada por los cambios tecnológicos desde la neuroeducación, como un acompañamiento socioemocional que permite humanizar la práctica formativa.

La intención última es que esta tesis pueda contribuir a la reflexión teórica y a la construcción de estrategias innovadoras relacionadas con la didáctica del diseño. Es decir, los resultados de la tesis podrán servir como algunas visiones para la enseñanza proyectual, siendo un insumo, como aporte al proceso de reflexión y discusión acerca del empleo de los modelos tridimensionales en sus diferentes versiones y métodos de representación y concreción en el diseño industrial.

## **Preguntas que orientan la investigación**

Nos interesa indagar cómo está cambiando la práctica educativa en diseño industrial, qué persiste y qué se modifica en lo que respecta al sentido que tiene realizar modelos, maquetas de estudio, maquetas realistas y prototipos a lo largo de la carrera, según los diferentes niveles de los trayectos educativos. La pregunta inicial que recorre la investigación es: ¿cómo son las prácticas de enseñanza con la inserción de los modelos tridimensionales corpóreos y cómo se relacionan con el proceso de aprendizaje del diseño industrial? Y en ese recorrido, ¿cómo están cambiando y evolucionando los modos y sistemas de representación en tres dimensiones (relaciones entre lo analógico y digital y lo real y lo virtual) con los avances de las tecnologías de representación y fabricación digital y, fundamentalmente, qué implicancias tienen las hibridaciones entre lo humano y lo artificial, para favorecer la comprensión y la aprehensión del conocimiento proyectual?

Queremos poner en tensión y debatir sobre cómo las tecnologías de representación y fabricación digital pueden modificar la didáctica de nuestra disciplina. El objetivo central del trabajo de investigación consiste en identificar, caracterizar y analizar las prácticas en el taller que emplean diferentes recursos y tecnologías para las representaciones tridimensionales en la formación de los estudiantes de Diseño Industrial de FADU-UBA en los diferentes momentos y niveles de desarrollo de la carrera, para comprenderlas y reconocer de qué maneras están cambiando la enseñanza.

Las tecnologías de la comunicación y la información, como los sistemas de representación digital, la realidad virtual y aumentada, los hologramas o la simulación para ofrecer escenarios inmersivos y la inteligencia artificial con propuestas de automatización, están revolucionando la forma de realizar muchas actividades humanas como podría ser la enseñanza del diseño, reemplazando en parte la producción de maquetas físicas por modelos tridimensionales virtuales, tendiendo a la desmaterialización de las cosas.

A pesar de las tendencias del uso de las representaciones digitales empleadas en la enseñanza de la arquitectura como en diseño gráfico o audiovisual, en diseño industrial se siguen empleando en los diferentes estadios del proceso de diseño, diversos tipos de modelos tridimensionales físicos, maquetas de estudio, maquetas realistas o prototipos analógicos realizados a través del trabajo manual o con la implementación de la fabricación digital como el corte láser o la impresión 3D, ya que los elementos corpóreos favorecen la comunicación y la comprensión. Es importante considerar la escala de las maquetas y modelos, ya que pueden ir variando, dependiendo del desarrollo de cada uno de los ejercicios, teniendo en cuenta los objetivos y el sentido de la realización de los modelos. Desde ya que en diseño industrial es una ventaja poder trabajar en escala real 1:1 para poder percibir y vincularse emocionalmente con los diseños, como también probar la ergonomía aplicada en las propuestas.

Muchos estudiantes de las disciplinas proyectuales realizan sus producciones con simuladores y modelados digitales en tres dimensiones virtuales e intangibles; sin embargo, en diseño industrial es necesario trabajar en el aula con la maqueta de estudio o el modelo tridimensional físico y tangible para la comunicación de los proyectos durante el proceso; para avanzar en su desarrollo morfológico y comunicacional, realizar ajustes de escala y materialidad, para validar la usabilidad; como también en instancias de presentación final como consolidación de las propuestas de diseño, complementándose con otros elementos técnicos y/o visuales para su evaluación. Planteamos como hipótesis que los modelos físicos tienen un valor didáctico fundamental en el aula ya que forman parte del sistema que constituye al proyecto de diseño de productos, poniendo énfasis en lo experiencial y lo emocional, más allá de lo percibido por la vista, para aprender a través de la vinculación entre lo háptico y lo óptico. De este modo, sostenemos que, si bien se puede diseñar sin realizar maquetas, no se puede prescindir de los modelos corpóreos ni reemplazarlos en su totalidad por representaciones virtuales durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje del diseño industrial.

La hipótesis surge de la observación, la experiencia, conversaciones entre docentes y entrevistas previas realizadas para otra investigación.<sup>2</sup> Se evidencia que la necesidad y la importancia del empleo de los modelos tridimensionales corpóreos se manifestó en gran medida, al querer recuperar lo que se perdió durante la pandemia por el COVID-19, cuando las clases fueron no presenciales, ya que a través de la virtualidad, las actividades desde los hogares estaban mediadas solo por lo visual y la oralidad gracias a las tecnologías de la comunicación y la representación digital. El contexto de emergencia sanitaria implicó sustituir clases presenciales por videoconferencias, libros en PDF o tareas pensadas para replicar el modelo de enseñanza de lo presencial. García y García Cabeza sostienen que esta sustitución no es suficiente para pensar en forma sostenida en una educación de calidad (2020: 10). Muchos estudiantes tuvieron la oportunidad para aprender a modelar y a representar sus proyectos y diseños de manera digital, y algunos pocos comenzaron a imprimir modelos en 3D. En este sentido, coincidimos con estos autores, con respecto a que las tecnologías median los aprendizajes, ya que no solo se aplican para transmitir información, sino que se interactúa con ellas.

Lo más trascendente en ese período, fue que la imagen táctil se convirtió en imagen visual ya que no podía ser táctilmente aprehensible. Pareciera que para que los modelos tridimensionales pudieran cobrar protagonismo y se les reconociera su valor e importancia, fue necesario pasar por la situación de la virtualidad, donde en escasos casos se hicieron maquetas de estudio muy básicas por no poder salir y conseguir materiales; o en escalas pequeñas por no tener suficiente dinero para comprar elementos y menos aún encargar a terceros la realización de prototipos. De este modo, no se contemplaba

<sup>2</sup> Tesis de Maestría en Docencia Universitaria (MDU-UBA), publicación de artículo en revista *Área FADU UBA* 27(1).

la percepción de la materialidad real de los diseños ni la escala por no poder mostrarla a través de las cámaras ni traspasar las pantallas. Es por este motivo que luego se convirtieron en recursos indispensables para comprender la escala, la ergonomía, la morfología, lo comunicacional, la tecnología aplicada al diseño de productos y, por sobre todas las cosas, vivenciar las emociones que promueve el interactuar y experimentar a través de los diferentes estímulos sensoriales, favoreciendo la innovación y considerando y reformulando las diferentes interfases con el objeto.

Lo háptico y lo óptico constituyen dos dinámicas de la mirada, como las posibilidades del cuerpo y los sentidos (Deleuze, 2007). Podemos asociar estos pares a lo físico y lo virtual, ya que lo físico es material, se ve y se toca y lo virtual solo se ve o eventualmente se puede oír o percibir desde otras sensaciones, pero no es táctil. En el diseño de productos observamos la importancia de las interfases, al decir de Bonsiepe, como espacios de articulación que permiten conectar el cuerpo humano a través de los sentidos, el objetivo de una acción y un artefacto o una información en un ámbito de la acción comunicativa. En términos de este autor, “la interfase es el ámbito central hacia el que se orienta el interés del diseñador” (1999: 17).

## Definiciones metodológicas

Hemos optado por la metodología cualitativa, ya que permite comprender un fenómeno social a partir de la interpretación de los procesos de significación atribuidos por los sujetos, y las relaciones de estas significaciones con los contextos en que se producen. Partiendo de las narrativas de los entrevistados, se puede focalizar en otros aspectos que resultan interesantes en la investigación. Estas narraciones brindan una visión de las perspectivas de los individuos y dan la posibilidad de comprender sus sentimientos, motivos y acciones. En nuestro caso, permiten analizar las historias para comprender las experiencias formativas en la facultad de cada uno de los individuos y cómo dan sentido al aprendizaje a través del uso de los modelos tridimensionales.

Nos interesa analizar estas narraciones para generar conocimiento que contribuya a una mayor comprensión del comportamiento social en la FADU y las prácticas culturales y educativas en diseño industrial, y para ello ordenamos esa información para identificar patrones, intenciones y efectos. La historia oral ofrece una perspectiva única y tal vez inexplorada a partir de entrevistas en profundidad con las palabras de los entrevistados que son propias acerca de los sucesos, las vivencias y las razones que aducen para sus actos; y estas pueden concluir en nuevas perspectivas de análisis. De este modo, reconocemos al relato como unidad de análisis y punto focal de la investigación, siendo las entrevistas y las observaciones clave para recopilar experiencias para luego interpretar la información que nos brindan.

Consideramos el método biográfico narrativo planteado por Alliaud (2007) ya que resulta interesante para el análisis de las experiencias y recorridos. Se abordan sistemáticamente las historias y experiencias de vida, ya que las emociones y vivencias aparecen en todas las entrevistas como algo muy significativo. Asimismo, este método permite ubicarnos en el contexto histórico y social en el que se producen los acontecimientos.

El análisis de los datos implica un proceso en espiral y está atravesado por la mirada del docente investigador, con la finalidad de construir conocimiento sobre un tema actual referido a la evolución en la educación superior.

Elegimos el método comparativo constante de Glaser y Strauss (1967) como método central para el relevamiento, análisis de la empiria y construcción de categorías

interpretativas. Se describen, explican e interpretan los fenómenos que transcurren en el aula desde una perspectiva hermenéutica. Se comparan, estableciendo similitudes y diferencias, experiencias, enfoques de cátedras, y los criterios de implementación de innovaciones didácticas a través de diferentes herramientas tecnológicas, digitales o analógicas, virtuales o físicas. De esta manera, se logra interpretar los significados contextualizados e identificar las características de las categorías. Se busca comprender cómo son esas prácticas y cómo fueron cambiando y evolucionando los modos de trabajar con los sistemas de representación y materialización en tres dimensiones.

Con la triangulación de los métodos en términos de Denzin (1970) se combinan dos o más fuentes de datos, cruzando las respuestas obtenidas en las entrevistas de los estudiantes, de los docentes y también con la información recabada de los registros acerca de las observaciones de clases. Las matrices de análisis se emplean como instrumento para sistematizar la información recogida y procesar los datos obtenidos. Se establece una doble hermenéutica, según la teoría social de Giddens (1982), ya que se contemplan los significados del sujeto investigado como así también los significados del investigador para construir conceptos y categorías de análisis.

El trabajo de campo se está llevando a cabo mediante instrumentos de recolección de datos, en una primera etapa con herramientas cuantitativas como encuestas (compartidas en redes sociales), respondidas por 30 docentes y 30 estudiantes de la carrera de diseño industrial en la facultad para analizar y comparar recorridos, experiencias didácticas y el sentido del uso de las maquetas durante los procesos educativos en los diferentes momentos de la carrera. Luego apuntamos a profundizar a través de entrevistas que se realizan con algunos encuestados que desean ampliar las ideas y experiencias, contemplando así el análisis narrativo y destacando la metodología cualitativa. Se entrevistó a cuatro docentes de diversas asignaturas que cursaron la carrera en FADU en diferentes momentos desde su creación y a 8 estudiantes, de niveles distintos: algunos en forma individual y otros en pequeños grupos. También se han entrevistado referentes y expertos en Diseño y las Neurociencias. Se están realizando observaciones con registros visuales y escritos de las prácticas formativas, atendiendo a las instancias, dinámicas y al modo de usar los espacios de trabajo: talleres con mesas y bancos altos, distribución por grupos, correcciones, enchinchadas y entregas (Imagen 1), las interacciones con diversos recursos y sistemas de representación: paneles o bitácoras con textos, dibujos, planos, en papel o en *displays* de computadoras, *ipads* o teléfonos (Imagen 2), modelos corpóreos como maquetas de estudio o prototipos (Imagen 3). Se toman notas o se graban los audios de conversaciones y se toman registros con fotos y videos en los talleres de algunas materias prácticas de la carrera, de cátedras y niveles diferentes para formular documentación empírica y conceptual. Se han elegido algunos casos de asignaturas de la enseñanza del diseño industrial: taller de Diseño, Morfología, Tecnología y otras optativas, que, en las prácticas de formación y experiencias didácticas, consideran la utilización de los modelos tridimensionales corpóreos. Luego se analizan los datos, los materiales y la información recopilados.



Imagen 1. Fuente: autoría propia.



Imagen 2. Fuente: autoría propia.



Imagen 3. Fuente: autoría propia.

### Algunas categorías que comienzan a estructurar el análisis

- » Vinculación con los aprendizajes, para analizar cómo son los procesos relacionados con el uso de los modelos tridimensionales en el aprendizaje de los estudiantes y si se observan mejoras en la comprensión de conceptos, nuevos contenidos, retención de información y capacidad para activar y aplicar conocimientos en los proyectos.
- » Participación activa y comprometida que permite analizar en qué medida los modelos tridimensionales fomentan este tipo de participación activa por parte de los estudiantes en el proceso de aprendizaje; como también en qué medida se sienten más involucrados y motivados en su formación al interactuar con estos dispositivos.
- » Percepción y comprensión de conceptos, para analizar cómo influyen los modelos tridimensionales para percibir y comprender conceptos del diseño industrial, en tanto facilitan la visualización y apropiación desde la comprensión de estructuras, formas, funciones, etc., comparado con otros métodos o estrategias de enseñanza.
- » Perspectiva de la neuroeducación, al analizar cómo se aprovechan los principios de la neuroeducación cuando se implementan estrategias de enseñanza que incorporan modelos tridimensionales en el diseño, y qué aspectos como la atención, la memoria y la emoción entre otros, mejoran la eficacia del aprendizaje.
- » Inclusión de tecnologías, permite analizar los desafíos que se presentan al utilizar modelos tridimensionales en la formación del diseño industrial, ya sean herramientas de representación o de fabricación digital para crear, manipular o interactuar con las propuestas de diseño.
- » Desafíos y limitaciones para analizar cuáles son esos desafíos que se presentan al emplear los modelos tridimensionales y cuáles son las limitaciones que podrían existir como costos, accesibilidad, disponibilidad de tiempo o recursos tecnológicos, capacitación, habilidades, etc.

## Algunas dimensiones de análisis

Analizamos la información empírica, como las interacciones entre alumnos y docentes, las presentaciones y exposiciones orales (Strauss y Corbin, 2002) y las estrategias didácticas que emplean modelos tridimensionales en la formación del diseño industrial.

Considerando las persistencias y renovaciones entre lo físico (tangibles, ya sea realizado en forma manual o con fabricación digital) y lo virtual (intangibles), así como entre lo humano y lo artificial, contemplamos las siguientes dimensiones de análisis para indagar acerca del rol y el valor de los modelos tridimensionales en la experiencia educativa del diseño industrial:

- » Las trayectorias de cursada.
- » La evolución en la formación de la disciplina, constantes y variables.
- » La diversidad de técnicas y materiales para la formación en diseño industrial.
- » Las interacciones y vínculos entre docentes y alumnos.
- » Las estrategias y dispositivos didácticos a lo largo del tiempo.
- » El sentido del empleo de los modelos tridimensionales virtuales y físicos.
- » La creatividad y el proceso de diseño.
- » La exploración, la experimentación y el error para favorecer los aprendizajes.
- » Los contextos y entornos.
- » El uso de las tecnologías en la enseñanza del diseño industrial.
- » Las experiencias formativas de los estudiantes según diferentes momentos de la carrera.
- » Las actividades grupales y proyectos colaborativos.

## Resultados del primer nivel de análisis

Como la investigación se encuentra en curso, presentamos algunos avances. A través de encuestas y entrevistas escuchamos a las propias personas y se están tomando registros de clases para analizar y comprender situaciones de interacción en el taller, de un modo exploratorio y observacional. Los incipientes hallazgos sobre los aprendizajes se desprenden de las percepciones expresadas en las narrativas de las entrevistas, que serán trianguladas luego con lo observado en las clases.

Se destacan las maneras cómo se vinculan los estudiantes y se generan espacios de confianza entre ellos y los docentes para reflexionar, establecer asociaciones y construir aprendizajes en la experiencia formativa del diseño industrial. Las interacciones son observadas y registradas en los talleres, con fotos, videos y notas escritas, recogiendo información sobre los diálogos así como también se hacen anotaciones sobre lo que se observa entre los participantes: conductas, gestos, miradas, distribución en los espacios, equipamiento, distancias interpersonales, manipuleo de elementos como celulares, *tablets*, modelos. Se prueban las maquetas en relación con el cuerpo, se testean materiales, se validan mecanismos y se graban con el celular las correcciones habladas, se realizan anotaciones por escrito y/o dibujos. Se perciben las emociones que emergen al tocar los materiales, al planificar, tomar decisiones y hacer las maquetas. Ante el desafío y la incertidumbre tienen que ser optimistas y pacientes, tolerar la frustración cuando no salen bien las cosas y volver a realizarlas de otro modo. Estas son algunas de las experiencias más comentadas en las encuestas y detalladas en las entrevistas en profundidad. Se reconoce que se dan en espacios donde ver y tocar conecta con lo emocional. Se despliegan desde diversos puntos de vista y lugares la memoria visual y la memoria del cuerpo, de lo tangible y la percepción espacial de las cosas. Es habitual recorrer las maquetas con las manos, con los ojos, apoyarlas en un espacio y recorrerlas

en forma cinética, moviendo el cuerpo alrededor de la pieza. En algunas situaciones los alumnos exponen sus trabajos, defienden sus ideas y justifican las decisiones de diseño frente al docente. A veces los alumnos dejan las láminas y modelos expuestos en el taller para que los docentes puedan evaluar los proyectos. No siempre coincide lo que quiere transmitir el alumno y lo que percibe o interpreta el docente al ver las producciones representadas en dos o tres dimensiones. Esta situación particular en la formación del diseño industrial, más que un inconveniente, podría entenderse como una rica oportunidad de interacción entre sujetos y un desafío para construir conocimiento de manera colectiva. Lo reconocemos como un dispositivo didáctico que promueve la reflexión y la acción. Es por esto que durante el proceso de diseño se trabaja con correcciones grupales, con enchinchadas y exposiciones de los trabajos, de manera tal que se hace un seguimiento del proceso de los estudiantes.

En una entrevista, por ejemplo, encontramos una persona con discapacidad motora que no pudo realizar las maquetas mientras estudiaba, y que manifiesta que siente que “perdió las oportunidades de llevar a la práctica la prueba y el error”, y tuvo que aprender con otras estrategias y recurriendo a otros apoyos. También reconoce como docente, que en la actualidad “se están dejando de hacer maquetas realistas para dar paso a los prototipos y en algunas ocasiones se continúan realizando maquetas de estudio, y esto es un avance, porque modelando en 3D, con *renders* y maquetas virtuales se puede corregir y no se pierde tanto tiempo”.

La neurociencia explica que nuestros cerebros pueden aprender y crecer, fundamentalmente gracias a cometer errores y afrontar dificultades. Al enfrentarse a un error o a una situación desafiante, como es crear algo que aún no existe, resolver una problemática de diseño e intentar comunicar esa idea, nuestro cerebro activa regiones asociadas al aprendizaje, como la corteza prefrontal y el hipocampo. Estos momentos desencadenan procesos neurobiológicos que nos permiten hacer una pausa, reflexionar, tomar distancia de lo que se ha materializado en dibujos y maquetas, aprender de la experiencia, ver qué funciona de la propuesta, qué comunica el diseño que se está planteando y adaptarse para evitar cometer los mismos errores en un futuro. En la formación en el diseño, se evidencia la resiliencia, la capacidad de recuperarse frente a las adversidades, y se relaciona con la neuroplasticidad, entendida como la capacidad del cerebro para reorganizarse y formar nuevas conexiones neuronales.

Otra entrevistada ya graduada sostiene que el momento que la marcó al final de su carrera fue durante la pandemia por el COVID-19, ya que “las propuestas se dibujaban y modelaban en 3D, pero no se hacían prototipos, no podíamos comprar materiales, solo hacíamos algunas maquetas de estudio y no se terminaba de resolver el proyecto, se notaban fallas en la escala, no se probaba con las materialidades reales y faltaba la verificación de los diseños”.

En la enseñanza del diseño, observamos que trabajar con maquetas corpóreas implica un desafío y es una oportunidad para crecer y aprender de manera individual y también grupal. La maqueta actúa como interfase y como tecnología que contribuye a establecer relaciones a través de los sentidos: vista, tacto, olfato, oído, combinando lo kinestésico, corporal y proxémico, es decir, lo sensorial y lo emocional.

Son variadas las situaciones y experiencias vividas por los estudiantes en relación con las maquetas en la formación en diseño. De las entrevistas emerge que es más fácil y rápido emplear las tecnologías digitales para la modelización de las propuestas de diseño que luego se llevan a la concreción a través de la fabricación con tecnología digital, ahorrando tiempo, dinero y esfuerzo. Destacan que se usan diferentes tipos de modelos y maquetas según la materia, el momento o etapa del ejercicio, o el nivel de la carrera que se esté cursando ya que tienen diferentes objetivos didácticos. Manifiestan que

aman lo que hacen y que, al realizar los modelos, ya sea de manera digital o analógica y manual, frecuentemente alcanzan el estado de *flow*,<sup>3</sup> donde la actividad fluye, están tan concentrados que pierden la noción del tiempo y se sumergen en un reto estimulante que los conecta con ellos mismos de manera muy creativa y altamente productiva. Están inmersos en una experiencia placentera y liberadora, donde se estimulan sus pasiones, curiosidades, intereses y todos los sentidos. Reconocen que sienten orgullo y satisfacción al plasmar en un modelo tridimensional lo que están creando, diseñando, en base a su imaginación y lo pueden concretar luego de mucho trabajo, esfuerzo y dedicación. Al realizar los modelos tridimensionales se sienten motivados y alentados por los docentes que los escuchan, los respetan, los valoran, les marcan los errores y los guían en relación a qué aspectos se pueden mejorar. Los orientan a través de la retroalimentación dándoles confianza para alcanzar la autorregulación a fin de lograr objetivos, mantenerse enfocados y superar dificultades y apelan a la metacognición para que sean protagonistas de sus propios aprendizajes. Se los estimula a trabajar la curiosidad y se los convoca a probar diferentes estrategias y recursos para aprender a diseñar, destacando que se trata de un proceso continuo con idas y vueltas, en donde está permitido equivocarse. Parten de lo que piensan, de ideas que hay que llevar a cabo, de planificar cómo lo van a hacer, de probar estrategias, de plasmarlas en dibujos y maquetas y, de este modo, avanzar en el proceso a través de la evaluación individual y grupal. Esto se logra gracias a las correcciones como enchinchadas o exposiciones donde presentan y defienden las propuestas y aprenden a hacer mejoras y ajustes, en tanto logran ser resilientes y manejar la decepción. Sin embargo, surge de los datos que también sienten frustración y ansiedad cuando no consiguen hacer tangibles las ideas y, peor aún, manifiestan situaciones de angustia, inseguridad y estrés al haber sido maltratados verbalmente en un ambiente adverso y humillados por docentes que les han roto las maquetas, por no cumplir con sus expectativas o por tener ideas diferentes, desmereciendo el tiempo, esfuerzo, trabajo y dinero invertido por el estudiante. A raíz de esto, algunos detallan que frecuentemente sienten miedo de mostrar sus producciones o de corregir con los docentes, porque no quieren ser expuestos en público, porque no pueden tolerar la frustración, tienen temor a equivocarse y no pueden gestionar las emociones. Es en estos contextos donde la evaluación no es formativa y los docentes no mantienen vínculos respetuosos con los estudiantes. En algunos casos han manifestado sentir frustración y odio al trabajar con modelos tridimensionales físicos, argumentando que les demandan mucho tiempo y dinero, se utilizan y descartan muchos materiales, no les enseñan a hacerlos, les quitan tiempo al desarrollo de las entregas y, en algunos casos, se presentan dificultades para realizar tareas manuales.

A raíz de las entrevistas y observaciones de clases, reconocemos que para aprender es fundamental la relación con los estudiantes. Notamos que la maqueta, en todas sus variantes, propicia el vínculo, vital en el contexto educativo, ya que no hay aprendizaje sin vínculo. Constituye una herramienta pedagógica que además permite al alumno fusionar lo que va aprendiendo, activar los contenidos previos y aprehender al apropiarse de la información que genera y es crucial considerar qué es lo que puede hacer con los recursos que se le brinda. Nuestra mente actúa de modo asociativo: incorpora nuevos elementos relacionando lo que conocemos y se arman redes, gracias a establecer comparaciones, analogías, modelos, metáforas, para aprender y hacer. Además, el modelo es un apoyo significativo para promover las habilidades comunicativas.

<sup>3</sup> *Flow* es el término acuñado por el psicólogo norteamericano Mihaly Csikszentmihalyi en 1975 para describir los sentimientos más positivos experimentados por los seres humanos. Refiere a un estado mental de completa inmersión en una actividad, en el cual las personas se sienten absorbidas por lo que están haciendo de modo tal que pierden la noción del tiempo y el entorno. Fue mencionado por Laura Lewin en la charla brindada en el encuentro *Innovation Day*, del 20/05/2024, organizado por los amigos de la Universidad de Tel Aviv en Buenos Aires.

De las entrevistas están surgiendo nuevas dimensiones que empiezan a cobrar relevancia en la tesis:

- » *La ética y la responsabilidad*, abarcando las cuestiones de sustentabilidad, inclusión de personas con discapacidad.
- » *La asimetría en el aula y el poder* de los docentes.
- » *La gestión de las emociones* de los estudiantes.
- » *Lo híbrido* entre lo analógico y lo digital como un sistema complejo multidimensional.

## Conclusiones

Si bien la tesis se encuentra en proceso, nos atrevemos a dar cuenta de algunas conclusiones parciales.

Los docentes del campo de la educación en diseño industrial estamos buscando continuamente formas innovadoras de mejorar la experiencia educativa de los estudiantes y de promover un aprendizaje más efectivo, profundo y comprometido. El hecho de trabajar con la producción de diferentes sistemas de representación, tanto en 2D como en 3D, dibujos y maquetas, ya sea de manera analógica o digital, los ayuda a manejar la frustración y la espera, que son habilidades esenciales para el desarrollo emocional. En este sentido, las actividades mentales y manuales para la exploración creativa y para la realización de las producciones, como las interacciones a través de las actividades para presentar y socializar los proyectos en forma oral en el aula, con el soporte de lo producido, son cruciales para el desarrollo equilibrado. En esta línea, el Dr. Di Bianchi Lastra en la entrevista reflexiona sobre el rol fundamental que tienen los modelos en la formación en diseño industrial: sostiene que son parte de nuestra tradición, ya que el modelo es una estrategia de comunicación, de verosimilitud que se conecta con el proyecto. Nos comparte su sentimiento más profundo cuando dice: “amo los modelos tridimensionales por todo lo que aprendí con ellos, por un lado, los amo biográficamente y después prospectivamente, sé que no va a cambiar”.

En base a lo analizado, cruzando las narrativas de docentes y alumnos con los registros de las observaciones, reconocemos que la inclusión de modelos tridimensionales virtuales y físicos en el proceso de enseñanza es una estrategia muy poderosa para lograr los objetivos didácticos proyectuales, ya que logra captar el interés y la atención, se desencadenan las preguntas y la reflexión. Permite una visualización y tangibilidad más concretas y prácticas de los conceptos y diseños, propiciando una mejor aprehensión de los contenidos y herramientas para trabajar en la actividad proyectual. Si bien realizar los modelos genera ansiedad, incertidumbre y miedo, en la mayoría de los casos los alumnos lo toman como un desafío para reconocer el propio aprendizaje, una experiencia de metacognición. Al realizar los modelos y maquetas se activaría el sistema de gratificación a través de la exploración, ya que se planifica, se asumen riesgos, se toman decisiones, se aprende de los errores, se requiere paciencia, concentración, flexibilidad, resiliencia, íntimamente relacionadas con la neuroplasticidad. Se potenciaría la conciencia de uno mismo, al activar el refinamiento de los sentidos, la sensibilidad, se trabaja de manera colaborativa con pares y con docentes y se llega al asombro como valor al ver alcanzados los resultados de sus producciones. Generalmente, las actividades creativas y en las que se realizan las maquetas se disfrutan y generan placer, vinculando la cognición y la emoción, dando cuenta de la esencia y de la tradición de la enseñanza del diseño industrial. Se potencia el proceso para aprender, evidenciando su etimología del latín y la metáfora con prender, asir, sujetar el conocimiento, en tanto la noción de asociación neuronal está dada por la relación mano-mente. Las producciones no son

efímeras, permanecen y permiten ser observadas desde diferentes perspectivas, se las puede interpretar, reformular y transformar. En este sentido, consideramos las persistencias y renovaciones entre lo físico y lo virtual, como también el equilibrio entre lo humano y lo artificial y, de este modo, reflexionamos acerca de cómo las tecnologías artificiales pueden ser empleadas de manera más efectiva y combinadas de manera híbrida con las tecnologías humanas<sup>4</sup> para enriquecer la experiencia educativa, recuperando y reforzando la importancia de la interacción de las personas y la conexión con el mundo físico.

---

<sup>4</sup> Gerry Garbulsky planteó que tenemos que recobrar las tecnologías humanas en una charla brindada en el encuentro *Innovation Day*, del 20/05/2024, organizado por los amigos de la Universidad de Tel Aviv en Buenos Aires.

## Bibliografía

- » Alía García, C. (2015). La maqueta como herramienta didáctica del diseño industrial. ETSIDI Universidad Politécnica de Madrid. *ArDIn. Arte, Diseño e Ingeniería*, 4: 53-69. Recuperado de <http://polired.upm.es/index.php/ardin/article/view/3073/3143>
- » Alliaud, A. (2007). *La biografía escolar en el desempeño de los docentes*. Conferencia pronunciada el 11 de junio de 2006 en el ámbito del Seminario Permanente de Investigación de la Escuela de Educación de la UdeSA. Documento de Trabajo N° 22, febrero, 3 Serie “Documentos de Trabajo”.
- » Angarita, D. (2021). Neurodiseño: aportes de las neurociencias en la enseñanza del Diseño Gráfico. *Actas de Diseño* N° 36 UP. Recuperado de <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/actas/issue/view/301>
- » Bekinschtein, T. (2017). La conciencia. En Golombek, D. y Bär, N. (comps). *Neurociencias para presidentes*, pp. 79-85. Buenos Aires, Siglo XXI.
- » Bengoa, G. (2021). *Siete visiones sobre los objetos*. Texto del Seminario de Maestría DiCom. Buenos Aires: FADU, UBA.
- » Bonsiepe, G. (1999). *Del objeto a la interfase*. Buenos Aires: Infinito.
- » Campos Baeza, A. (2009). *Pensar con las manos*. Buenos Aires, Nobuko.
- » Castiglione, J. . (2024). *Arte y cerebro: Explorando las regiones creativas del cerebro*. Recuperado de [https://www.linkedin.com/posts/juan-ignacio-castiglione-a45068129\\_neurociencia-inteligenciaartificial-cerebro-activity-7226529104047554560-aUnA?utm\\_source=share&utm\\_medium=member\\_ios](https://www.linkedin.com/posts/juan-ignacio-castiglione-a45068129_neurociencia-inteligenciaartificial-cerebro-activity-7226529104047554560-aUnA?utm_source=share&utm_medium=member_ios)
- » Conejero, A.; Martínez Torán, M.; Ayala, P. y Fernández Vicente, M. (2012). *El diseño del modelo y prototipo. Herramientas para la comunicación y evaluación*. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/279516262\\_El\\_diseno\\_del\\_modelo\\_y\\_prototipo\\_Herramientas\\_para\\_la\\_comunicacion\\_y\\_evaluacion](https://www.researchgate.net/publication/279516262_El_diseno_del_modelo_y_prototipo_Herramientas_para_la_comunicacion_y_evaluacion)
- » Cubalo, M. (2015). Enseñar con tecnologías. La maqueta como herramienta con valor didáctico-disciplinar y los modos de aproximación al conocimiento en la enseñanza del proyecto arquitectónico. En *Itinerarios educativos*, pp. 77-97. FADU, Universidad Nacional del Litoral.
- » de la Cova-Morillo Velarde, M. A. (2016). Vida de las maquetas: entre la representación y la simulación. *Proyecto, progreso, arquitectura* (15): 12-15. Universidad de Sevilla. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/5176/517654529001.pdf>
- » Deleuze, G. (2007). *Pintura. El concepto de diagrama*. Buenos Aires: Cactus.
- » Denzin, N. (1970). *Sociological Methods: a source Book*. Chicago: Aldine Publishing Company.
- » Fantini, E. (2019). Aproximaciones entre teoría y práctica: la enseñanza del proyecto como experiencia diseñada. *Polis*, N° 16. Recuperado de <https://www.fadu.unl.edu.ar/polis/>
- » Forés, A. y Cascudo, C. (2017) La neuroeducación: del humo a sus evidencias prácticas. *Harvard Deusto, Learning & Pedagogics*. Artículo Dossier Neurociencia y aprendizaje, pp. 28-35. Planeta, De Agostini Formación, S. L. Recuperado de [https://annafores.files.wordpress.com/2017/06/28-35-dossier-3-neuroeducacionc\\_.pdf](https://annafores.files.wordpress.com/2017/06/28-35-dossier-3-neuroeducacionc_.pdf)

- » Garbulsky, G. (20/05/2024). Exposición en el Encuentro Innovation Day, organizado por los amigos de la Universidad de Tel Aviv en Buenos Aires.
- » García, J. M. y García Cabeza, S. (comp.) (2020). *Las tecnologías en (y para) la educación*. Montevideo: Flacso.
- » Génova, E. (2022). Reseña de Floris, C. y Martinelli, S. Compartir el problema para construir las soluciones. Taller para la evaluación virtual en carreras proyectuales. *Boletín SIED*, Mar del Plata: EUDEM. Recuperado de <https://revista.mdp.edu.ar/boletin/article/view/75/77>
- » Giddens, A. (1982). *Hermenéutica y teoría social*. Estados Unidos.
- » Glaser, B. y Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Nueva York: Aldine Publishing Company.
- » Goldin, A. (2017). Entrenamiento mental. En Golombek, D. y Bär, N. (comps.). *Neurociencias para presidentes*, pp. 67-78. Buenos Aires: Siglo XXI.
- » Gómez Ordoñez, F. de M. y Santana Castro, A. (2020). *La necesidad del pensamiento complejo en el diseño hacia la inclusión. Caso de estudio: Asocive*. Recuperado [https://www.researchgate.net/publication/342343191-La\\_necesidad\\_del\\_pensamiento\\_complejo\\_en\\_el\\_diseno\\_hacia\\_la\\_inclusion\\_Caso\\_de\\_estudio\\_Asocive\\_The\\_complex\\_thinking\\_rolre\\_in\\_inclusive\\_design\\_Case\\_study\\_Asocive?enrichId=rgreq-ca1388a8787fba3f5c9fo8450833ac99-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMoMjMoMzE5MTtBUzo5MDQ2NjE1OTkwMTkwMDIAMTU5MjY5OTUoMTY2Mw%3D%3D&el=1\\_x\\_2&\\_esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/342343191-La_necesidad_del_pensamiento_complejo_en_el_diseno_hacia_la_inclusion_Caso_de_estudio_Asocive_The_complex_thinking_rolre_in_inclusive_design_Case_study_Asocive?enrichId=rgreq-ca1388a8787fba3f5c9fo8450833ac99-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMoMjMoMzE5MTtBUzo5MDQ2NjE1OTkwMTkwMDIAMTU5MjY5OTUoMTY2Mw%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf)
- » Lion, C. (2002). Las prácticas de enseñanza de los docentes universitarios analizadas desde la perspectiva del impacto de las tecnologías en el conocimiento. Tesis doctoral. Buenos Aires: FFyL, UBA.
- » Lion, C. (comp.) (2020). *Aprendizaje y tecnologías. Habilidades del presente, proyecciones del futuro*. Buenos Aires: Noveduc.
- » Maggio, M. (2016). Las tecnologías de la información y la comunicación en las prácticas de enseñanza: Hacia una tecnología educativa re-concebida. Tesis doctoral. Buenos Aires: FFyL, UBA.
- » Muñoz, P. (noviembre de 2022-abril de 2023). La apropiación crítica de la digitalidad. [Archivo PDF]. *AREA*, 29(1): 1-12. Recuperado de [https://area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA2901/2901\\_munoz.pdf](https://area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA2901/2901_munoz.pdf)
- » Neumarkt, A. (2021a). Analógicos, digitales y virtuales. Aproximaciones al recorrido evolutivo de la enseñanza del Diseño Industrial. *Cuaderno 137 Escenarios difusos. Prácticas de diseño y tendencias*. UP Versión online [http://bit.ly/cuadernos\\_OJS](http://bit.ly/cuadernos_OJS) <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cdc/article/view/5049/6742>
- » Neumarkt, A. (2021b). *La década olvidada del Diseño argentino (1980-1990)*. Buenos Aires: Wolkowicz editores
- » Pallasmaa, J. (2006). *Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos*. Barcelona: Gustavo Gilli.
- » Pallasmaa, J. (2012). *La mano que piensa*. Barcelona: Gustavo Gilli.
- » Pittaluga, M. (2017). Diseño y complejidad. La expansión del campo del diseño. *AREA*, 23(1). Recuperado de [https://area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA23/AREA23\\_Pittaluga.pdf](https://area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA23/AREA23_Pittaluga.pdf)
- » Romano, A. (2019). *Elementos de diseño. Enfoque teórico general. Práctica textil e indumentaria*. Buenos Aires: Infinito.

- » Scarfone, L. (2016). *Didáctica Proyectual: Simulaciones apasionadas (mdp)*. Recuperado de <https://fh.mdp.edu.ar/encuentros/index.php/jie/3jie/paper/viewPaper/1343>
- » Schwab, K. (2016). *La Cuarta Revolución Industrial*. Bogotá: El Tiempo Casa Editorial.
- » Sennet, R. (2009). *El artesano*. Barcelona: Anagrama.
- » Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Antioquia: Universidad de Antioque.
- » Torreblanca-Díaz, D. A. (noviembre de 2022-abril de 2023). Tecnologías de fabricación digital para la educación en Diseño Industrial. El Laboratorio de Fabricación Digital del Duoc UC en Chile. [Archivo PDF]. *AREA*, 29(1): 1-15. Recuperado de [https://www.area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA2901/2901\\_torreblanca-diaz.pdf](https://www.area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA2901/2901_torreblanca-diaz.pdf)
- » Wengrowicz, A. (noviembre 2020-abril 2021). [En línea]. Puentes potentes. El uso de las tecnologías en la enseñanza del diseño. *AREA*, 27(1). Recuperado de <https://www.area.fadu.uba.ar/area-2701/wengrowicz2701/>

### **Andrea Roxana Wengrowicz**

Doctoranda en Diseño, Universidad de Buenos Aires. Magíster en Docencia Universitaria, Universidad de Buenos Aires. Diplomada en Neuroeducación, Universidad de Villa María. Especialista en Docencia para Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. Posgraduada en Egonomía, Universidad Favaloro. Diseñadora Industrial, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

ORCID: 0000-0002-7501-8008

[andreawengrowicz@gmail.com](mailto:andreawengrowicz@gmail.com)

[andrea.wengrowicz@fadu.uba.ar](mailto:andrea.wengrowicz@fadu.uba.ar)

