

Superficies mínimas: forma, función y experimentación en objetos a partir de moldería y costuras creativas

Carolina Vázquez Córdova ⁽¹⁾

Resumen: La exploración de superficies mínimas constituye un punto de partida para comprender la relación entre forma, función y eficiencia material en el diseño de objetos. Retomando los principios de Frei Otto, esta investigación analiza cómo estructuras desarrolladas con un mínimo de energía constructiva pueden derivar en configuraciones formales complejas, ligeras y funcionales.

El objetivo del trabajo es demostrar que la experimentación con superficies mínimas puede realizarse mediante recursos simples y accesibles, obteniendo morfologías eficientes sin necesidad de cálculos estructurales previos. Para ello, se intervino moldería reciclada —cuellos de camisa en punta y vistas internas de sisas— que, al ser reorganizada y ensamblada mediante costuras creativas, permitió transformar superficies planas en pequeños objetos tridimensionales.

El proceso se basó en la manipulación directa de los límites y cortes propios de la moldería, lo que facilitó el surgimiento espontáneo de estructuras tensadas, curvas suaves y volúmenes mínimos. Los ejercicios evidencian cómo la forma puede emerger de la función y del comportamiento material, generando soluciones eficientes y expresivas.

El aporte disciplinar radica en integrar principios de superficies mínimas con prácticas de diseño experimental, promoviendo un enfoque que combina sostenibilidad, reutilización de materiales y creatividad formal. La propuesta invita a reconsiderar la construcción del objeto desde la economía de recursos, la optimización y la exploración morfológica, generando un campo fértil para la enseñanza y la práctica del diseño contemporáneo.

Palabras clave: diseño experimental - superficies mínimas - eficiencia material - moldería - sostenibilidad.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 153]

(1) Ver CV en pág. 154

Introducción

Principios de un objeto

El principio de un objeto, en el marco de la experimentación, se encuentra en la superficie dada de ese objeto. Esta superficie puede ser resuelta creativamente a partir del plano del molde y de su intervención mediante costuras, que emergen de las limitaciones y de los movimientos continuos aplicados a molderías recicladas. En este sentido, la elaboración de prototipos se propone como una vía para generar morfologías con cortes que estructuran superficies mínimas.

Desde la perspectiva de Frei Otto, las superficies mínimas responden al principio de lo limitado, donde el mínimo empleo de energía constructiva define la estructura en términos de peso, costo, durabilidad y estética. En este marco, los experimentos con superficies mínimas pueden realizarse con medios simples y accesibles, permitiendo obtener formas complejas de manera rápida, especialmente cuando la forma sigue a la función sin necesidad de una planificación o cálculo previo.

A partir de la intervención en moldería reciclada —cuellos de camisa en punta y vistas internas de sisas— se alcanza esta condición de superficie mínima para el desarrollo de objetos. En estos casos, el corte de moldería, que originalmente construye una superficie plana, se convierte en el punto de partida para la generación de objetos tridimensionales mediante costuras creativas que operan en los perímetros posibles.

Desde una perspectiva teórica, este proceso puede vincularse con el concepto de abducción en el pensamiento de Charles S. Peirce, entendido como una lógica de la investigación basada en la formulación de hipótesis a partir de la observación de los hechos. En este sentido, la concepción dinámica de la investigación articula la relación entre abducción, pragmatismo y realismo (Chauviré, 2010).

La superficie mínima del objeto construido no está determinada por un cálculo previo, pero sí puede ser comprendida como el resultado material de las posibilidades que ofrece la superficie reciclada. De este modo, la forma resultante no se aleja del paradigma de la “buena forma”, mientras que la abducción se manifiesta en la sorpresa generada por el objeto.

Asimismo, las posibilidades del objeto pueden analizarse desde la hermenéutica de Gadamer, particularmente a través del concepto de círculo hermenéutico y de prejuicio como “presupuesto formal que guía toda comprensión” (Gadamer, 2007, en Henao, 2019). En este marco, la forma puede entenderse como una interfaz entre lo clásico y lo contemporáneo, donde la interpretación se construye a partir de una tensión entre lo dado y lo proyectado.

La lógica abductiva, aplicada al principio del objeto, permite considerar la plasticidad del conocimiento como un proceso de razonamiento retroductivo. La fluidez de la idea, el invento y las transformaciones formales generan una circularidad interpretativa que introduce una dimensión crítica, disruptiva y no lineal en la relación entre objeto e idea.

En este sentido, la investigación propone articular relaciones sintagmáticas —lo básico, lo funcional, lo minucioso y lo posible— en la configuración de morfologías, junto con una

recepción hermenéutica que permite integrar estos elementos en un sistema envolvente. Este sistema responde a una lógica de manipulación material que combina naturalismo y construcción sintética, orientada por principios de facilidad, función, optimización y factibilidad del objeto creado.

Metodología y proceso

En términos teóricos, el análisis de los planteamientos experimentales en el estudio de superficies mínimas de Frei Otto se aproxima a la abducción de Peirce y al círculo hermenéutico de Gadamer. De este modo, la expansión de una superficie mínima puede comprenderse como parte del principio del objeto, así como también el rol del prejuicio en su observación y en las modificaciones que este experimenta.

A partir del laboratorio de Frei Otto —basado en el principio del mínimo de energía constructiva— es posible situar al objeto dentro de un problema de superficie que se resuelve mediante ingenio y creatividad constructiva, sin necesidad de aplicar fórmulas científicas en su aparición. En este sentido, la existencia misma del objeto se constituye posteriormente como motivo de estudio para la teoría científica.

En relación con los métodos variacionales, Castillo Torres plantea que es posible comprender estos fenómenos a partir de la selección de una forma que haga máxima o mínima una determinada magnitud. En este marco, resulta pertinente considerar la función de Lagrange, según la cual la acción puede ser tanto mínima como máxima, lo que implica que la trayectoria descrita por una partícula presenta una variación nula al compararse con trayectorias infinitamente próximas. Este tipo de problemas, abordados desde el cálculo de variaciones, permite comprender las superficies en términos de su extensión y forma.

Desde una perspectiva histórica, el principio de la mínima acción, enunciado por Maupertuis entre los siglos XIV y XV, retoma las ideas pitagóricas sobre la economía de la naturaleza. Según este enfoque, la naturaleza tiende a resolver sus procesos mediante trayectorias de mínima longitud, como ocurre, por ejemplo, con el recorrido de la luz. Esta idea vincula la simplicidad con la estética y con la economía del pensamiento científico.

En el plano material, la intervención en moldería reciclada —cuellos y vistas de sisas— modifica la información original de la superficie. A partir de cortes, ángulos y curvas, la forma emerge progresivamente mediante procesos de deducción y exploración, generando configuraciones generalmente agradables y semióticamente aceptables.

Las variaciones en esta moldería permiten aplicar principios de superficies mínimas directamente sobre los límites de la forma intervenida. De este modo, es posible establecer relaciones entre el mínimo de energía constructiva propuesto por Otto y los principios de mínima y máxima acción enunciados en la física.

Asimismo, la tensión superficial puede comprenderse a partir de la Ley de Laplace, que relaciona la diferencia de presión en una interfaz en equilibrio con su curvatura. En este sentido, las costuras funcionan como interfaces que generan tensión y permiten estructurar la superficie, configurando una lámina que adquiere forma a partir de dichas fuerzas.

Las costuras utilizadas son simples y se realizan con hilo de poliéster, uniendo los perímetros de las piezas para mantener la tensión de las curvas. Este procedimiento aporta estabilidad estructural y evidencia una lógica de organización que remite a formas orgánicas. La tensión se manifiesta tanto de manera interna —en los límites de la moldería intervenida— como externa, en la relación de la forma con el espacio. Estas tensiones permiten generar estructuras que pueden organizarse en módulos, ya sean simétricos o asimétricos. En términos de escala, la experimentación con cuellos y vistas de sisas presenta límites determinados por la moldería y la antropometría. Por ello, la reproducción de estas formas en otras escalas no garantiza resultados equivalentes, dado que las curvas responden a medidas ergonómicas específicas.

Finalmente, desde la perspectiva abductiva de Peirce, la experimentación facilita la emergencia de formas a partir de la sorpresa y la inferencia. En este sentido, la superficie intervenida puede comprenderse como una lámina que, al tensionarse, da lugar a nuevas configuraciones formales, siempre dentro de los límites materiales que condicionan su estabilidad.

Curvatura y radio de Curvatura. Cátedra de Física FFyB UBA

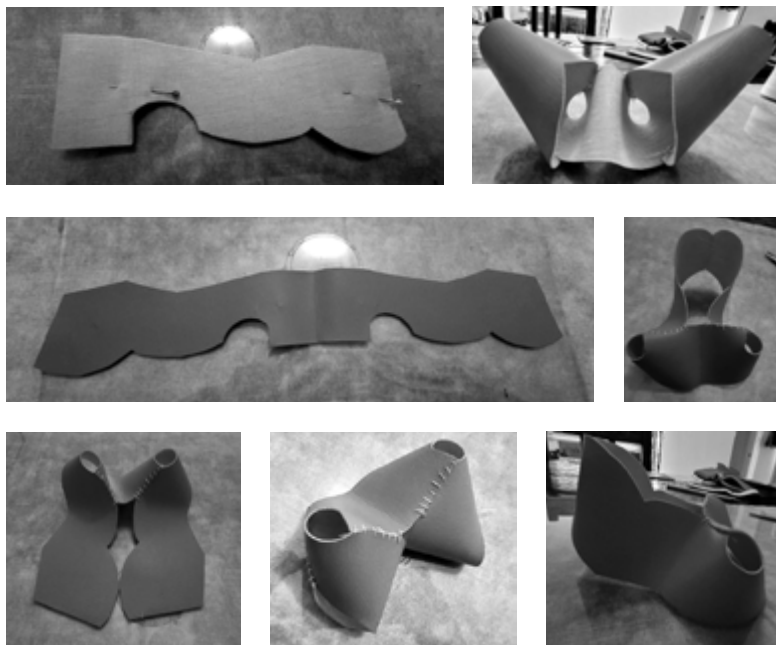


Imagen 1. Exploración morfológica de superficies mínimas. Transformación de superficies planas en volúmenes tridimensionales

Hipótesis

La abducción, entendida como una forma de inferencia hipotética, genera un estado de sorpresa. Como señala Hugo Aristizábal, el ser humano, de manera consciente o inconsciente, recurre a la abducción para relacionarse con la naturaleza, con los objetos y con sus semejantes, permitiendo además su posterior interpretación semiótica. En este sentido, la abducción actúa como generadora de múltiples sentidos e imaginarios.

El estudio de las superficies mínimas se presenta como una oportunidad para descubrir nuevas formas a partir del conocimiento de los perímetros de una forma establecida y su deconstrucción abductiva. Este proceso permite reconfigurar dichas superficies en nuevas estructuras que, dentro del campo semiótico, se manifiestan como objetos estéticamente observables.

A partir de este enfoque, surgen una serie de interrogantes: ¿De cuántas maneras puede resolverse una superficie mínima? ¿Depende su resultado de las tensiones aplicadas? ¿Se definen las superficies mínimas en términos de volumen? ¿Están condicionadas por las posibilidades del material? ¿Pueden surgir únicamente a partir del boceto y el corte, sin necesidad de generar volumen?

Frente a estas preguntas, se plantea que las superficies mínimas pueden resolverse mediante procesos de abducción semiótica, a partir de bocetos y cortes en molderías tensionadas que derivan en volúmenes. De este modo, la forma emerge en relación directa con los límites materiales, confirmando que, en este contexto, la forma sigue a la función.

Justificación

“La abducción es una insatisfacción, una lucha dicotómica entre el ser y la nada; entre sujeto y objeto; entre lo conocido y lo por conocer. Es una expectación hipotética de lo encontrado; un afán por desenmascarar aquello que produce asombro” (Hugo Aristizábal). Aplicar el estudio de las superficies mínimas, desde su desarrollo teórico hasta su experimentación —particularmente en los planteamientos de Frei Otto—, permite configurar un sistema deductivo abierto a diversas intervenciones. En este caso, su aplicación en la moldería reciclada introduce una fase inductiva, en la que una estructura previamente conocida es modificada, dando lugar a cortes que, a su vez, generan movimientos y derivan en cierres mediante costuras.

Las costuras interpelan directamente a la creatividad, ya que funcionan como unión e interfaz que sostiene este pequeño sistema denominado objeto. El hilo utilizado es hilo común de poliéster, empleado tanto como recurso técnico en las uniones como también como elemento estético, capaz de sugerir nuevas modificaciones en la configuración formal. Las superficies utilizadas como base —cuellos de camisas y vistas internas de sisas— corresponden a piezas de moldería que poseen límites definidos por su corte original: puntas, curvas internas y externas, y medidas ergonómicas. Estas condiciones delimitan el campo de intervención, pero al mismo tiempo habilitan la exploración formal dentro de esos márgenes.

El ejercicio de superficies mínimas, aplicado a esta moldería específica, parte de piezas pequeñas pero fundamentales en la construcción de la prenda, ya que son las que aportan forma y presencia. Por este motivo, las modificaciones realizadas buscan conservar un alto porcentaje de la estructura original, manteniendo su identidad material.

No obstante, la lógica de la abducción opera de manera activa en estos planos, especialmente en los cuellos, que ya han sido ampliamente trabajados en el ámbito del patronaje. A diferencia de su uso tradicional en indumentaria —donde se respeta estrictamente la unión entre cuello y pie de cuello—, aquí se propone intervenirlos más allá de su función convencional, explorando sus posibilidades formales desde una perspectiva estética y experimental.

Conclusiones

Los objetos obtenidos a partir de la reutilización de moldería reciclada —cuellos y vistas de sisas— son resultado de la experimentación de superficies planas que, al ser elevadas en volumen, incorporan el concepto de superficie mínima. En este sentido, el objeto se configura como una unidad dinámica que evidencia una lógica proyectual basada en la economía de recursos y en la optimización de la forma.

La superficie mínima actúa como principio organizador, donde el punto cero se vincula con el límite de la extensión, la capacidad y la función de la superficie intervenida. De este modo, la forma se construye de manera natural, a partir de las condiciones materiales y de las tensiones generadas en el proceso.

Entre los aspectos más relevantes que orientan este ejercicio de diseño, se destacan:

- El uso del mínimo de energía constructiva.
- La posibilidad de obtener formas complejas de manera rápida.
- La comprensión de la dirección de la tensión superficial y de los límites de deformación.
- La relación entre simplicidad natural y economía del pensamiento.
- La intervención guiada por procesos abductivos, donde la forma emerge a partir de trayectorias mínimas.
- La consideración de que la acción puede ser tanto mínima como máxima, hasta alcanzar un estado de equilibrio (punto cero).

En conjunto, estos elementos permiten entender el diseño de objetos como un proceso en el que la forma no es impuesta, sino que emerge de la interacción entre material, técnica y pensamiento, consolidando una práctica proyectual que articula experimentación, sostenibilidad y reflexión teórica.

Bibliografía

- Aristizábal, H. (sin año). La abducción como elemento fundamental en el inicio del proceso de investigación. *Semestre económico* vol. 6, n° 11, pp.1-8.
- Castillo, G. (sin año) Criterio general de aplicabilidad de los métodos variacionales en física. *La estética y la economía de la física*. Departamento de Física, pp. 107-11. Universidad Nacional de Colombia
- Chauviré, C. (2010) Acerca de los orígenes de la teoría de la investigación: la lógica de la abducción en Pierce. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, vol. X, n° 20-21, pp. 57-86. Universidad El Bosque, Colombia.
- Henao, C. (2019). La razonabilidad como proceso abductivo en la didáctica de la lógica. *Temas de educación*. Vol. 25, n° 1, pp. 55-69. Universidad de Antioquía, Colombia.
- Karczmarczyk, P. (2007). La subjetivización de la estética y el valor del arte según Gadamer. *Antología filosófica*, año XXI, n° 1, pp. 127-173. CONICET. Universidad Nacional de la Plata-Argentina.
- Nubiola, J. (sin año). La abducción o lógica de la sorpresa según Charles S. Pierce, pp. 2-11. Universidad de Navarra España.
- Otero, L. (2006). La estética hermenéutica frente al esteticismo difuso y la destrucción de la memoria. *Ágora. Diálogo filosófico* 66, pp. 453-472
- Parmeggiani, M. (1999). Gadamer y la legitimación de los prejuicios en la filosofía hermenéutica. *Suplemento 4 de contrastes. Revista interdisciplinar de filosofía*, pp. 295-309.
- Vázquez, A. (2019) *Frei Otto y las superficies mínimas. Sombrillas para la gira de Pink Floyd de 1977*. Trabajo fin de grado. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidade da Coruña
- Tutorial Real Sociedad Matemática Española. 16 mar 2021. “Superficies mínimas y problemas relacionados”, con Antonio Ros. https://www.youtube.com/watch?v=US-Ha_S1BAE8&list=PLcgaVGoVTfKkGaPoWTwAPhDvzMR-WmqoR
- Cátedra de Física, FFyB, UBA. 7 nov 2020. Tensión Superficial-Fuerza de Tensión Superficial: <https://www.youtube.com/watch?v=raGjzBO8oxc>
- Cátedra de Física, FFyB, UBA. 9 nov 2020. Tensión Superficial-Ley de Laplace :<https://www.youtube.com/watch?v=T4RRsvYcKqE&t=7s>

Abstract: The exploration of minimal surfaces serves as a starting point for understanding the relationship between form, function, and material efficiency in object design. Retracing Frei Otto's principles, this research analyzes how structures developed with minimal constructive energy can result in complex, lightweight, and functional formal configurations. The objective of this work is to demonstrate that experimentation with minimal surfaces can be achieved through simple and accessible resources, obtaining efficient morphologies without the need for prior structural calculations. To this end, recycled pattern pieces—such as pointed shirt collars and internal armhole facings—were intervened and, through reorganization and assembly using creative stitching, allowed for

the transformation of flat surfaces into small three-dimensional objects. The process was based on the direct manipulation of the pattern's own limits and cuts, which facilitated the spontaneous emergence of tensioned structures, soft curves, and minimal volumes. The exercises demonstrate how form can emerge from function and material behavior, generating efficient and expressive solutions. The disciplinary contribution lies in integrating minimal surface principles with experimental design practices, promoting an approach that combines sustainability, material reuse, and formal creativity. The proposal invites a reconsideration of object construction based on resource economy, optimization, and morphological exploration, generating a fertile field for the teaching and practice of contemporary design.

Keywords: Experimental design - Minimal surfaces - Material efficiency - Pattern making - Sustainability.

Resumo: A exploração de superfícies mínimas constitui um ponto de partida para compreender a relação entre forma, função e eficiência material no design de objetos. Retomando os princípios de Frei Otto, esta pesquisa analisa como estruturas desenvolvidas com um mínimo de energia construtiva podem derivar em configurações formais complexas, leves e funcionais. O objetivo do trabalho é demonstrar que a experimentação com superfícies mínimas pode ser realizada por meio de recursos simples e acessíveis, obtendo morfologias eficientes sem a necessidade de cálculos estruturais prévios. Para isso, foi intervencionada a modelagem reciclada — colarinhos de camisa em ponta e vistas internas de cavas — que, ao ser reorganizada e montada mediante costuras criativas, permitiu transformar superfícies planas em pequenos objetos tridimensionais. O processo baseou-se na manipulação direta dos limites e cortes próprios da modelagem, o que facilitou o surgimento espontâneo de estruturas tensionadas, curvas suaves e volumes mínimos. Os exercícios evidenciam como a forma pode emergir da função e do comportamento material, gerando soluções eficientes e expressivas. A contribuição disciplinar reside na integração de princípios de superfícies mínimas com práticas de design experimental, promovendo uma abordagem que combina sustentabilidade, reutilização de materiais e criatividade formal. A proposta convida a reconsiderar a construção do objeto a partir da economia de recursos, da otimização e da exploração morfológica, gerando um campo fértil para o ensino e a prática do design contemporâneo.

Palavras-chave: Design experimental - Superfícies mínimas - Eficiência material - Modelagem - Sustentabilidade.

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]

Carolina Vázquez Córdova. Universidad de Cuenca (Ecuador)