

Mecanismos bidimensionales y tridimensionales propios del Pop-up empleados para describir el concepto de contraste y la técnica de los Planos Triangulares.

Two-dimensional and three-dimensional mechanisms typical of Pop-up used to describe the concept of contrast and the technique of Triangular Planes.

Andrea Echeveste Vargas
Chrys Bryan Velazquez Sibrian
María Isabel de Jesús Téllez García¹
¹Departamento de Diseño
tellez.isabel@ugto.mx

Resumen

Los libros Pop-up brindan una experiencia construida a base de mecanismos bidimensionales y tridimensionales, mismos que posibilitan la apreciación de la información, ilustraciones e imágenes contenidas en los ejemplares, implementando uno de los materiales más antiguos e indispensables en la elaboración de un libro: el papel, que reúne en sí mismo características esenciales que permiten conocer su uso. Asimismo, y mediante la técnica señalada, se plantea la descripción de uno de los conceptos del diseño, y una técnica que resalta por su uso: el contraste, que permite la existencia de las formas, y respectivamente, los planos triangulares, empleados para la construcción de figuras a partir del uso de diversos tipos de triángulos.

Palabras clave: Papel; Pop-up; Mecanismos; Tridimensionalidad; Bidimensionalidad; Contraste; Planos triangulares.

Introducción

El papel, desde su creación, ha proporcionado a la humanidad la facilidad no solo de plasmar palabras, ilustraciones o conocimiento, sino la oportunidad de inventar a base de cortes, dobleces, ensambles y pegamento todo tipo de mecanismos móviles que permiten al espectador apreciar desde una perspectiva diferente los contenidos de un libro por ejemplo, logrando no solo un producto distinto, sino más cautivador. Por otra parte, este material, hoy en día dada su evolución, despliega una gran gama de tipos diferentes cada uno de ellos con características específicas, mismas que proporcionan usos y aplicaciones diversas en dependencia de las necesidades del producto a diseñar.

Los mecanismos Pop-up, probablemente representan uno de los modos de empleo más interesantes del papel por su naturaleza compleja, ya que el uso de la bidimensión y tridimensión en los mismos abre múltiples posibilidades para su aplicación. Razón por la cual, resulta de interés identificar aquellos mecanismos útiles en la conformación de un documento que permita la explicación de conceptos y técnicas propias del diseño.

Así, considerar la relación entre los temas anteriores despierta interrogantes que promueven el desarrollo de este artículo: ¿Qué importancia tiene la evolución del papel en la elaboración de productos de diseño tales como los mecanismos móviles? ¿Qué es la técnica Pop-up? ¿Sería posible el desarrollo de estos mecanismos sin la existencia del papel? ¿Qué relevancia tiene la bidimensionalidad y tridimensionalidad en la construcción de las ingenierías del papel? ¿Es posible, a través de esos mecanismos, explicar temas tales como el Contraste y la técnica de Planos Triangulares? La respuesta a las preguntas se encuentra a lo largo del presente documento, para lo cual, se cuenta con las siguientes fuentes documentales: En primer lugar, es importante indagar en la historia del papel de la mano del video explicativo "El origen y evolución del papel" de Andrés Eloy, añadido a ello es pertinente reconocer algunas de las características de este material apoyados de Sara Lasso en su blog documental "Características del papel: Cuáles son las principales propiedades de los papeles", ya que posibilita reconocer que los productos de papel requieren de un manejo específico, no obstante ninguno de estos documentos incluyen información acerca de mecanismos

construidos a partir de cortes y dobleces. Por su parte, Sally Campoverde Clark y Ma. Eliza Plaza en su trabajo "Libro Pop-up: Descubre el arte de Gonzalo Endara"; aporta no solo una descripción del Pop-up, sino un recorrido por su origen y evolución facilitando así la identificación de los cambios en su aplicación actual; por su parte la tesis doctoral "¡Pop-up! La arquitectura del libro móvil ilustrado infantil" de la autora Marta Serrano Sánchez, explora las técnicas empleadas en los inicios del Pop-up y los libros móviles. En cuanto a diferencias entre mecanismos bidimensionales y tridimensionales la tesis de Noelia Acebes Fernández titulada "Del plano al espacio: razones geométricas detrás del Pop-up" ofrece ejemplos de los mecanismos y la forma de empleo de los mismos. En relación a los temas de Contraste y Planos Triangulares, Robert Gillam Scott en su libro *Fundamentos del Diseño* aporta la definición de contraste haciendo hincapié en su importancia, mientras que D.A Dondis en su libro *La sintaxis de la Imagen* contribuye a ampliar la información en torno a su uso y los diversos tipos de contraste que pueden ser utilizados en las artes y el diseño. En lo que respecta al tema de Planos Triangulares, Wucius Wong en su libro *Fundamentos del diseño bi y tridimensional*, proporciona no solo la descripción de esta técnica sino sus posibles aplicaciones a través de varios ejemplos, sin embargo, no incluye sus posibilidades dentro de la ingeniería del papel. Lo antes expuesto, nos permite afirmar que el presente tema no ha sido abordado hasta el momento con las características que se plantean en esta investigación.

Pop-up, antecedentes.

El sistema Pop-up se caracteriza por el empleo de elementos desplegables, en 3D y móviles para su apreciación, posee diversas técnicas de manipulación del papel y requiere de la elección adecuada de este, ya que debe permitir al mismo doblarse y crear el peso adecuado en las páginas, permitiendo además que pueda levantarse de forma correcta (Campoverde y Plaza, 2017: 18). Algunos de los enfoques del Pop-up están en el movimiento, otros en la profundidad, además de la tridimensionalidad, la aparición de los elementos y la transformación de las imágenes sobre las páginas (Serrano, 2015: 4). Es una técnica empleada especialmente en libros, permitiendo al lector sumergirse en la historia y participar en ella.

La manipulación de las páginas de un libro a través de solapas o ruletas fue solo el inicio de la aparición de los mecanismos Pop-up, la técnica que se conoce actualmente. Uno de los primeros ejemplares conocidos corresponde a *Liber Floridus* (1090 – 1120) de Lambert, el cual contiene la historia universal, el orden cronológico de la Biblia, eventos astronómicos, entre otros saberes de la época; el mismo incluye entre sus páginas una serie de solapas, específicamente una con forma semicircular, que muestra una ilustración del movimiento planetario a través del tiempo (Serrano, 2015, 38).



Figura 1. El *Ars Magna Generalis* de Ramon Llull. Ziereis Fascimiles.

Otro ejemplar corresponde a *Volvelle* (1250) del monje benedictino inglés Matthew Paris, este contiene círculos giratorios unidos a ejes, los mismos unidos a sus páginas los cuales habría de emplear para relacionar las estaciones y fases lunares con las festividades religiosas. El empleo de círculos rotativos no fue exclusivo de los autores expuestos con anterioridad: Ramon Llull con su *Ars Magna Generalis* (Fig.1) (1306) permitía hacer preguntas de índole filosófica sobre diversos temas relacionados con la virtud, el bien, el mal y Dios, su número infinito de respuestas correspondía a aquellas "correctas" (aquellas basadas en la fe de la Iglesia) y las incorrectas (Serrano, 2015, 39).

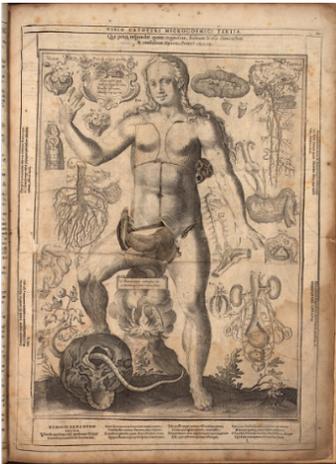


Figura 2. "Catoptrum microcosmicum" de Johan Remmelin. Biblioteca de la Universidad de Toronto.

El surgimiento de la Imprenta no dejó atrás la adición de solapas y ruedas en sus ejemplares. La utilidad del empleo de estas técnicas dio beneficios a muchas corrientes científicas y la forma de mostrar la información propia de sus asignaturas, tal fue el caso de la Astrología y la Medicina: respectivamente, Johannes Regiomontanus a través de su libro *Calendarium* (1476) muestra a partir de ruedas y texturas las fases lunares (Coleman, 1999), mientras que Johan Remmelin en su ejemplar *Catoptrum microcosmicum* (1619) expone a través de pliegues en sus páginas la disección del cuerpo humano de forma ilustrativa, tal como se aprecia en la figura 2 (University of Toronto Libraries).

La literatura infantil y aquella dedicada al entretenimiento, inclusive la decoración fue uno de los momentos importantes en la evolución de los elementos Pop-up, surgiendo así en 1765 los llamados "Harlequinades" (Fig. 3), los cuales consistían en hojas sueltas, dobladas en cuatro partes, contenían imágenes, gracias a sus bisagras permitía combinar las historias contenidas en la misma para desarrollar una historia diferente; la existencia de los "Peep-Shows", los cuales creaban ilusiones exageradas de profundidad, empleaban retroiluminación para un efecto dramático, colocaba además figuras tridimensionales en las escenas para generar un mayor realismo (Serrano, 2015, 43-44).



Figura 3. "Harlequinade metamorphoses" de Robert Sayer. State Library Victoria.

La ingeniería del papel y su mecanismo puesto sobre hojas de un libro permitieron la creación de *Le Grand Cirque International* (1890), un ejemplar que despliega con imágenes de colores vibrantes en las que se emplean elementos más cercanos a lo que hoy se conoce como el Pop – up (Fig. 4).



Figura 4. "Le Grand Cirque International" de Megendorfer. Swann Auction Galleries.

Con la llegada del año 1920 y gracias a Theodore Brown, sus llamadas "maquetas vivas eréctiles" provocarían el surgimiento del Pop-up, a pesar de que este término aun no era establecido de manera oficial: la atractiva innovación consistía en que, al abrir el libro, surgiría el despliegue automático de las imágenes, esto de manera tridimensional y sin la necesidad de desplegar lengüetas para provocar dicha acción. Fue hasta 1932 que el término Pop-up es registrado por la editorial Blue Ribbon Books, el cual se enfocaba en los cuentos infantiles, aliándose con Walt Disney y así contar las historias de Mickey y Minnie, una de las figuras animadas más populares del mundo. El surgimiento de múltiples materiales literarios durante el siglo XX y hasta la actualidad muestran la mejora y evolución de las técnicas empleadas en el Pop-up, ejemplo de ello algunos títulos como: *Caperucita Roja* (1960) de V. Kubasta, *Haunted house* (1979) de Jan Pienkowski, entre otros.

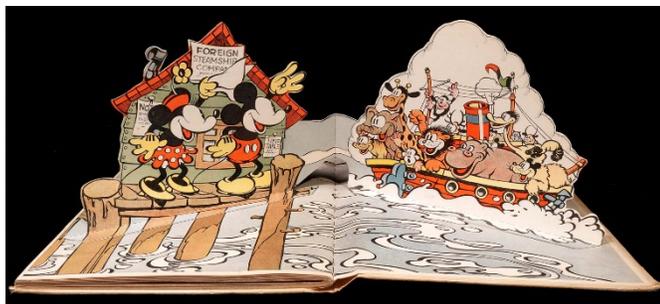


Figura 5. "Mickey Mouse Waddle Book" de Ribbon Books. The Mel Birnkrant Collection.

El papel, características e importancia.

El papel en la técnica Pop-up tiene gran importancia, por lo que estudiar su origen, proporciona un panorama más completo sobre su evolución y empleo como lo conocemos hoy en día. El papiro (Fig. 6) representa uno de los ancestros más importantes del papel: fabricado con una planta del mismo nombre, de la cual primero extraían las fibras, mismas que aplastaban con un martillo, eran colocadas a remojar, después de varias semanas en ese estado situaban las tiras entrelazadas (una horizontal y una vertical sucesivamente), una vez formada la capa se humedecía, se prensaba y por último se ponía al sol a secar. El tono de la “hoja” dependía del tiempo que dejaban remojar las fibras. Los egipcios, una de las culturas más antiguas, emplearon y mejoraron el papiro, creando rollos de una mejor calidad (Eloy, 2023).

El pergamino (Fig. 7) fue el sucesor del papiro: estaba fabricado con las pieles de animales como el cordero, la cabra y la ternera. Se usaron mucho en la época romana y surgió como alternativa debido a la escasez del papiro, ya que, al ser una planta que se daba sólo en ciertos ríos, era muy difícil su exportación (Eloy, 2023).

Los grandes imperios, la mayoría de las veces, son los responsables de importantes inventos: en el año 105 d.C. un artesano chino llamado Cai Lun perfeccionó una técnica efectiva para la creación de papel utilizando corteza de árboles, ropa vieja y redes de pesca. Sin embargo, la mejora de este producto fue en gran parte por la maquinaria que utilizó, ya que la técnica era en base a la de los últimos 200 años. El imperio chino guardó en secreto su técnica del papel, sin embargo, fue hasta el 751 d.c, durante la batalla de Talas, cuando los árabes mantuvieron presos a un grupo de chinos hasta que estos revelaron la fórmula para crear el papel, con esto se extendió hasta el medio oriente y siguió así hasta llegar a Europa por medio de la ruta de la seda. En Europa empezó a evolucionar enormemente el uso del papel con la llegada de la Imprenta, el importante invento de Johannes Gutenberg (Eloy, 2023).

Acontecimientos como la Revolución industrial en el siglo XVIII y XIX provocó la mejora en la producción con el uso de nuevas y más eficientes maquinarias. La mejora en la elaboración del papel dio cabida a que otros materiales fueran evolucionando y mejorando: en el siglo XX las cajas de cartón suplieron casi por completo a las cajas de madera en cuestión de embalaje ya que eran más accesibles en cuanto a costos, tenían una buena relación en torno a resistencia y peso. De ahí el cartón corrugado surgió con el propósito de ser más resistente y duradero, además de que su uso era amplio.

Es así como al papel le son atribuidas diversas características que, en su conjunto, ofrecen distintos usos del mismo. Estos son algunos de los aspectos técnicos del papel:

- Absorbencia. Se refiere a la capacidad de un papel para absorber líquidos como el agua. Los papeles artísticos para técnicas húmedas tienen una mayor absorbencia que aquellos solo aptos para técnicas secas;
- Gramaje. El gramaje mide el peso del papel. En buena parte del mundo esta cantidad se expresa en gramos por metro cuadrado;
- Espesor. El grosor o espesor de un papel se mide en micras. Esta medida en relación con el gramaje indica la densidad de un papel;
- Grano. El grano describe la rugosidad de la superficie de un papel. Los grados más comunes son: grano grueso, medio, fino y extrafino;



Figura 6. Uso del papiro en la antigüedad. Universidad Complutense Madrid.



Figura 7. ARCHV, Pergaminos, carpeta 116, 8. Ministerio de Cultura. Gobierno de España.

- Rigidez. La rigidez es la capacidad de un cuerpo para soportar un esfuerzo sin deformarse. En el caso de los papeles, por ejemplo, un papel rígido es aquel poco flexible y difícil de doblar;
- Opacidad. Por lo general un nivel de opacidad alto y homogéneo visto a trasluz indica que se trata de un papel de alta calidad, aunque también existen papeles en los que se busca la transparencia (Lasso, 2019).

Mecanismos bidimensionales y tridimensionales del Pop – up.

“Bidimensional” es un término empleado para aquello que posee dos dimensiones, es decir, que no tiene profundidad y únicamente posee longitud (largo) y anchura (ancho). La bidimensionalidad además hace uso del punto, a su vez la línea, el plano y el volumen, este último visto como una ilusión, ya que carece de una profundidad verdadera (Editorial Estecé, 2021).

La tridimensionalidad, en cambio, hace referencia a “tres dimensiones”: longitud, anchura y profundidad. Las figuras tridimensionales son múltiples y algunas que se encuentran en su clasificación están las poliédricas, tales como el octaedro, el cubo, la pirámide, los prismas entre otras; por otro lado, existen además los cuerpos redondos, es decir, que contienen formas curvas, lo que de manera evidente logra diferenciarlas de las poliédricas, entre ellas se encuentra el cilindro y la esfera (Medina, 2022).

En las páginas de los libros Pop-up todo adquiere movimiento y volumen, los escenarios son espacios dinámicos que despliegan situaciones que pasan, una tras otra, para asombrar al lector. Son artefactos que estallan delante de los ojos como si tuvieran vida y proponen una interacción que difiere de la relación que se establece con los libros tradicionales (Bonino, 9 de febrero de 2018).

La ingeniería del papel y la representación de las imágenes a través de los mecanismos que emplea el Pop up tienen la gran labor de mostrar escenarios tridimensionales, apoyados a su vez de elementos bidimensionales que crean una escena completa, que corresponda con el sentido de los contenidos y que genere la sensación de “sorpresa” propia de la experiencia que proporciona el Pop-up.

Es importante apuntar la diferencia entre los libros Pop-up y aquellos de mecanismos móviles: los primeros “saltan” a la vida sin necesidad de manipular la página para su funcionamiento (Fig. 8), tal como lo señala Noelia Acebes Fernández en su trabajo “Del plano al espacio: razones geométricas detrás del Pop-up”: la figura tridimensional se forma como consecuencia única del desabatimiento del plano, sin necesidad de otros movimientos o acciones y estando completamente erecta cuando los planos separados por el eje de abatimiento forman un ángulo específico, normalmente 90°, 180° o 360° (Acebes, 2021:16).



Figura 8. Paddington, Londres desplegable, realizado por las ilustradoras Joanna Bill y Olga Baumert. La Nación.

Por su parte, los mecanismos móviles (Fig. 9), si bien son empleados dentro de los libros Pop-up representan una diferencia significativa: emplean estructuras de papel bidimensionales y contenidas dentro de un plano plegado, se apoyan del uso de ruedas, lengüetas o solapas para hacer al lector participe del libro y darle vida a este. (Acebes, 2021, 15 – 16). Ante las diferencias expuestas, Acebes propone el término “libro móvil” para englobar el uso de mecanismos tridimensionales y bidimensionales en un solo ejemplar.

Mecanismos bidimensionales.

Una vez comprendido el concepto se entiende que pueden necesitar de la acción del lector para ser activados, o activarse al abrir el pliego que las contiene; las técnicas que representan la bidimensionalidad dentro de los libros Pop-up son las siguientes:

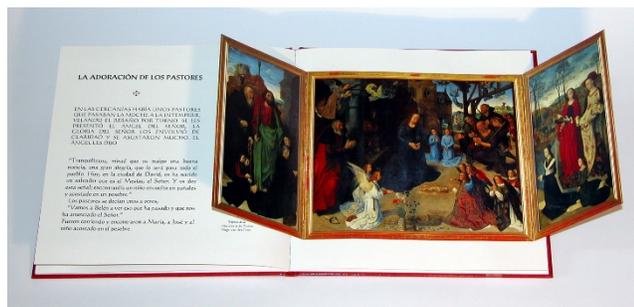


Figura 9. El uso de solapas corresponde a los libros de mecanismos móviles. Contemplación de la Navidad. David Fordham. 1998.

Solapa.

Constituye una pieza plana de papel que al ser levantada por sus extremos devela una ilustración, imagen e inclusive un mecanismo Pop up (Fig. 10). Existen diversos tipos de solapas explicadas en el trabajo de Noelia Acebes, las cuales se exponen a continuación:



Figura 10. "Nicolasa ¿Y tu casa?" de Benegas y Ruiz. Combel Editorial.

- *Apertura en cascada o waterfall:* la generación del efecto, que consiste en que varias solapas se levanten secuencialmente, se da a través de tirar una lengüeta o pasar la página (Fig. 11).

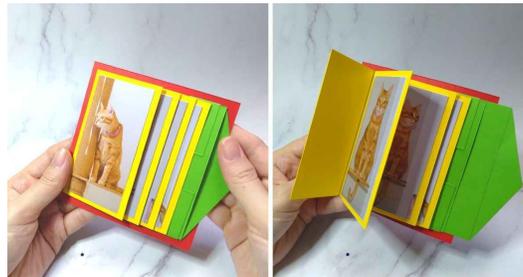


Figura 11. Técnica waterfall. Joy in Crafting

- *Solapa de borde de página o gatefold:* El borde de un pliego se dobla sobre sí mismo por lo que al desdoblarse aumenta el tamaño de la página. Toyota en la promoción de su Camry 2018 implementa el uso de gatefold de forma extraordinaria (Fig. 12).



Figura 12. Toyota Camry Pop-Up Gatefold Insert. Paper Specs.

- *Imagen combinada:* Consiste en un conjunto de solapas contiguas que permiten, dependiendo de cual se levante y el orden de la misma, crear distintas ilustraciones a partir de la combinación de las distintas solapas (Fig. 13).



Figura 13. Famous Faces. Norman Messenger. 1995.

Lengüeta (Pull tab).

Es empleada para activar otros mecanismos o generar el movimiento de imágenes o ilustraciones mediante el uso de lengüetas ocultas o expuestas (Fig. 14).



Figura 14. "The pop up channel" es un canal de Youtube dedicado a mostrar paso a paso estos mecanismos, en este caso, el de Pull tab.

Ruleta.

"Disco de papel que se fija a la página puntualmente en su centro mediante un elemento que permite la rotación de la pieza entorno al mismo. Dicho elemento puede estar formado por un remache, una pieza lineal, como un hilo, o un pivote de papel" (Acebes, 2021, 49). Como se expuso al inicio de la presente comunicación, las ruletas fueron los primeros elementos móviles en los libros (Fig. 15).



Figura 15. Ambrosius Wilflingseder, Erotemata musices (Nuremberg: Christoph Heussler, 1563) Bayerische Staatsbibliothek.



Figura 16. "La casa del ratón" de Turcios, es un ejemplo ideal para explicar la técnica bidimensional de troquel. Behance.

Troquel.

Consiste en la perforación de la página con la finalidad de ver los elementos de la página siguiente; en superposición de varias hojas de un libro genera un efecto de tridimensionalidad.

Imágenes disolventes.

Estas pueden ser de tres tipos: por transformación horizontal, vertical o circular. En los dos primeros consiste en dos imágenes cortadas en varias partes imbricadas entre sí, de forma que, al tirar de una lengüeta ubicada en la parte inferior o lateral de la página, las partes de una imagen se deslizan sobre la otra, a modo de persiana veneciana, disolviéndose la imagen y apareciendo así una nueva. Si la imagen es circular, tal como muestra la figura 17, tienen ahora dos discos ilustrados y cortados en sectores circulares e interseccionados entre sí; deslizando con un asidero uno sobre el otro, se crea un efecto diafragma en el que una imagen se desvanece en otra (La técnica de los libros móviles y despleables, s.f.)



Figura 17. 'Revolving Pictures: A Reproduction from an Antique Book' de Ernest Nister, 1979.

Mecanismos tridimensionales.

Al igual que los bidimensionales, los mecanismos tridimensionales son diversos y cada uno genera diferentes efectos sobre las páginas, recordando que provocan en sí mismos la acción de su mecanismo y la tridimensionalidad ya explicada.

Automáticos o Pop Up.

Según Serrano corresponde a toda “figura o ilustración que cuando se activa, se eleva automáticamente y en tres dimensiones por encima del nivel de la página. Puede tener mayor o menor grado de complejidad, pudiendo ser observados desde todos los ángulos o puntos de vista, y crea estructuras volumétricas que se pliegan sobre sí mismas al cerrar el libro”. En su mayoría estos mecanismos constituyen una sola pieza, en algunos casos incluyen añadidos de papel u otros materiales. Esta categoría desglosa a los siguientes mecanismos:

- De una pieza. Acebes explica que este corresponde a uno de los tipos más básicos de Pop-up: está formado a partir de cortes y plegados, estos a base de una sola pieza de papel, con ello no hay añadidos al pliego base. Los libros de Ingela P. Arrhenius son ejemplo perfecto del empleo de Pop-up de una sola pieza, sus mecanismos no resultan sumamente complejos y cumplen la función de “saltar” de la página con ingenio (Fig. 18).
- Multipiezas. Diseñadas para observarse en plano, cuando está en un ángulo de 180 grados, se compone de piezas añadidas al plano base, las cuales aumentan su complejidad (Fig. 19).



Figura 18. “Pop Up Ocean” de Ingela P Arrhenius.



Figura 19. “Tokio Pop-Up Book” de Sam Ita.

Accionables.

Este tipo de mecanismos “son elementos que adquieren su tridimensionalidad característica mediante la acción del observador, que deberá de intervenir para accionarlos y de nuevo para desactivarlos. Existen accionables de todo tipo, desde elementos plegados sobre si mismos, que deben de ser desplegados por el lector, hasta construcciones tridimensionales que el observador puede montar y desmontar” (Acebes, 2021:50). David A. Carter en su libro *Cuadrado amarillo* demuestra el accionamiento de diferentes mecanismos Pop-up de forma ingeniosa con el fin de esconder entre sus páginas un cuadrado amarillo (Fig. 20).



Figura 20. “Cuadrado amarillo” de David A. Carter.

A partir de los conceptos y mecanismos ya explicados se observa la gran relevancia que poseen los elementos bidimensionales y tridimensionales sobre los productos Pop-up.

Contraste

“La técnica visual más dinámica es el contraste...” (Dondis, 2011:28). Robert Gillam Scott a través de su libro *Fundamentos del Diseño* plantea de manera inicial la siguiente pregunta: ¿Cómo se crean relaciones a través de la observación de las formas?, su respuesta: a través del contraste. “Cuando percibimos una forma, ello significa que deben existir diferencias en el campo. Cuando hay diferencias, existe también contraste. Tal es la base de la percepción de la forma” (Gillam, 1982:11). La percepción de la forma constituye una explicación basada en la iluminación percibida por la vista, la cual incide sobre los objetos en el entorno, de esta manera podemos entender uno de los conceptos que permiten comprender al contraste: figura-fondo. Gilliam Scott explica: “las partes de baja energía, o contraste débil se funden y constituyen lo que los psicólogos llaman *fondo*. Las partes de energía más alta y mayor contraste se organizan en lo que se denomina *figura*.” (Gillam, 1982, 15). La figura constituye el interés central, sin embargo, el fondo es igual de importante ya que en su conjunto establecen la percepción de la forma.

El contraste además es empleado como una técnica visual para comunicar: Dondis en su libro *La sintaxis de la imagen* expone “el contraste, como estrategia visual para agudizar el significado, no solo puede excitar y atraer la atención del observador, sino que es capaz también de dramatizar ese significado para hacerlo más importante y más dinámico” (Dondis, 2011, 114). Este concepto orienta al observador a tener estímulos visuales que denoten un efecto intenso. Este autor habla de un ejemplo simple que engloba las sensaciones del contraste: ¿Cómo hacer para que un objeto parezca muy grande? La respuesta consiste en colocar un objeto mucho más pequeño a su lado. Es así como la yuxtaposición de los elementos crea el contraste: la comparativa entre dos componentes que se encuentran en extremos diferentes, ya que “los opuestos parecen ser ellos mismos con más intensidad cuando los concebimos desde su unicidad” (Dondis, 2011, 114). Tal es la relevancia del este concepto que puede asociarse con elementos conceptuales, tal como explica Dondis “cada polaridad puramente conceptual puede asociarse y expresarse mediante elementos y técnicas visuales que, a su vez, son asociables con su significado”. Un ejemplo de ello son las emociones del amor y el odio: la primera es asociada con elementos curvos, figuras ablandadas y tonos cálidos, mientras la segunda es representada a través de ángulos rectos, bordes filosos o texturas rugosas. Por ello es tan importante este concepto dentro de los campos del diseño y la comunicación, pues permite formular mensajes efectivos de carácter conceptual o elemental que facilitan articular y expresar de manera visual las ideas (Dondis, 2011, 116).

Para su mayor comprensión existe una clasificación de algunos de los diferentes tipos de contraste, la cual se expone a continuación:

- **Contraste de tonos:** “La claridad u oscuridad relativas de un campo establecen la intensidad del contraste tonal” (Dondis, 2011, 117). Se oponen colores claros a otros oscuros, ejemplo de ello son los claro oscuros del pintor Rembrandt.
- **Contraste con el tamaño:** Elementos grandes y pequeños del mismo tipo, al ser colocados uno al lado del otro generan el contraste.
- **Contraste de colores:** La división del color en cálidos y fríos representa un ejemplo claro del concepto, además del uso de armonías complementarias que generan una intensidad máxima (Dondis, 2011, 119).
- **Contraste de figura:** Comparación de dos o más figuras con formas diferentes, por ejemplo, entre una figura orgánica/inorgánica, simple/compleja, curva/recta, simétrica/asimétrica, etc.
- **Contraste de colocación:** Se refiere a la posición, dirección y las relaciones espaciales de la forma.

Planos triangulares.

Para hablar de estructuras triangulares primero deben conocerse varios conceptos que preceden a este para su comprensión. El diseño tridimensional abarca diversas técnicas para su representación, una de ellas corresponde a las estructuras poliédricas, las cuales hacen referencia a “ciertos cuerpos geométricos tridimensionales, de caras planas y que encierran un volumen finito”. La denominación del poliedro depende directamente del número de caras que este posee, agregando como prefijo el numeral griego seguido de la terminación *aedro*, por ejemplo, el hexaedro (seis caras); algunos poliedros poseen su nombre propio, tal es el caso del prisma o el cubo (Editorial Estecé, 2022). Entre los poliedros existen los *sólidos platónicos* representados por cinco figuras: el tetraedro, el cubo, el octaedro, el dodecaedro y el icosaedro. Tres de los

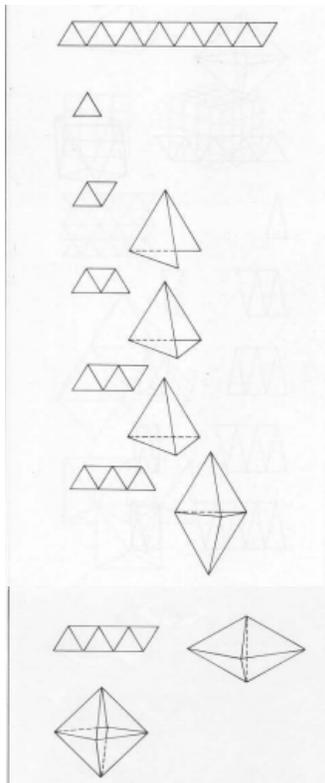


Figura 21. Desarrollo de un plano triangular cuyas caras son triángulos equiláteros. "Fundamentos del Diseño" Wucius Wong.

cinco sólidos platónicos enumerados (tetraedro, octaedro e icosaedro) componen cada una de sus caras en base de planos triangulares (Wong, 2001, 295). Wucius Wong en su libro *Fundamentos del diseño* explica la construcción de los planos triangulares a través de diversas posibilidades, explorando tres tipos de triángulos; los equiláteros, isósceles y los irregulares. Aumentando su número de caras o realizando los dobleces necesarios pueden apreciarse formas distintas a través de su manipulación, por lo que sus posibilidades son muy variadas.

Cada tipo de triángulo señalado con anterioridad, debido a las características propias de su forma, proporciona resultados diferentes mediante su manipulación. Tal es el ejemplo en la figura 21, contenida en el libro de Wucius Wong, donde se puede observar, como mediante una tira de triángulos equiláteros, el desarrollo de diferentes figuras que, por medio de dobleces y la incorporación de caras, conforman formas con las que pueden crearse infinitas posibilidades para la construcción de planos triangulares (Wong, 2001, 307 – 308).

Además de los triángulos existe la creación de planos triangulares a través del llamado *sistema de octetos*, los cuales tienen la capacidad de cubrir un espacio mediante el orden de sus figuras, tal como lo explica Wong "cuando los octaedros y los tetraedros son usados conjuntamente, pueden llenar sin intervalos un espacio tridimensional [...] pueden producir estructuras de asombrosa resistencia que utilizan un mínimo de materiales" (Wong, 2001, 309).

A continuación, se muestran algunos ejemplos de la aplicación de los planos triangulares:

"Una cantidad de tetraedros ha sido pegada conjuntamente, en un contacto por vértices. Estructuralmente, esto no es muy resistente, pero la forma da una sensación de apertura, aunque todas las caras de los tetraedros son sólidas" (Wong, 2001: 312). Se puede apreciar además el empleo de triángulos equiláteros en las caras del tetraedro (Fig. 22).

"Todas las caras del tetraedro utilizado aquí han sido casi recortadas a los bordes. Seis grupos de ellos se han dispuesto en un efecto de radiación" (Wond, 2001: 310). Las posibilidades en la construcción de planos triangulares también exploran la perforación de sus caras, en algunos casos hasta la modificación de sus vértices.

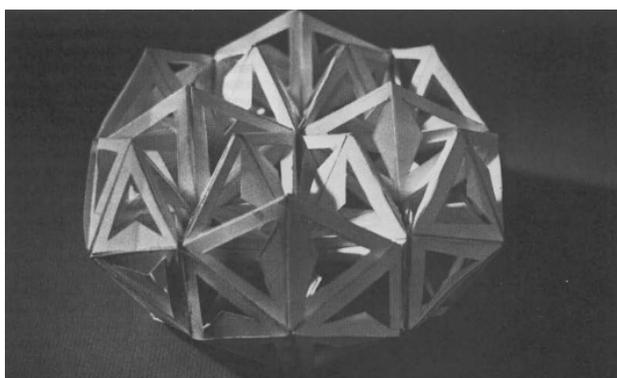


Figura 22. "Fundamentos del Diseño" de Wucius Wong.

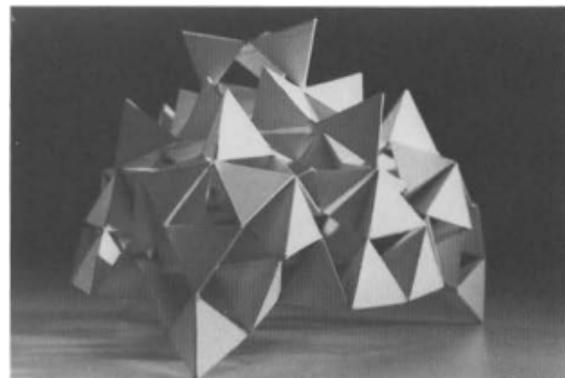
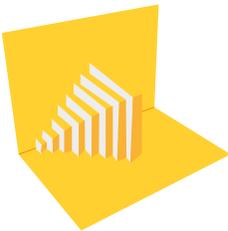
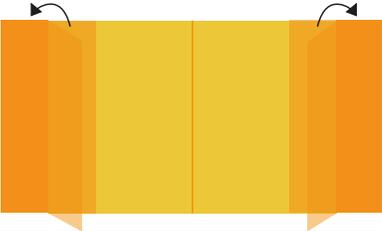
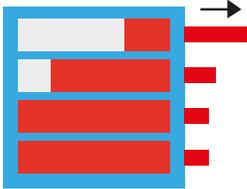
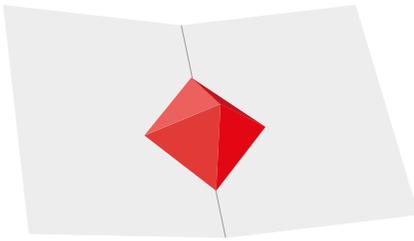


Figura 23. "Fundamentos del Diseño" de Wucius Wong.

PROPUESTA

Para la explicación de los conceptos contenidos en este artículo, se realizó como producto un libro Pop-up. En su construcción se plantearon preguntas referentes a su contenido y sobre todo a la forma adecuada en la que se describen los temas vistos; como todo producto en el diseño, requiere del bocetaje de ideas para plantear una solución adecuada. A continuación, se explica la propuesta.

El libro consiste de cuatro páginas divididas en dos secciones: la primera, referente a la explicación del concepto de Contraste y la segunda a los Planos Triangulares; en su división y con el objetivo de mostrar mecanismos bidimensionales y tridimensionales se emplearon los siguientes:

Sección Contraste	Sección Planos Triangulares
<p>Página 1. Mecanismo tridimensional: paralelogramo simétrico</p> 	<p>Página 3. Mecanismo bidimensional: solapa.</p> 
<p>Página 2. Mecanismo bidimensional: emplea elementos de la lengüeta para revelar una imagen.</p> 	<p>Página 4. Mecanismo tridimensional: pirámide paralela.</p> 

El libro muestra en forma de texto breve la definición de los conceptos, ya que el mecanismo pretende presentarlos visualmente: la página 1, mediante el mecanismo del paralelogramo simétrico y el empleo de colores complementarios se visualiza el contraste y se define al mismo, la página 2 a través de las lengüetas devela una ilustración referente a los tipos de contraste existentes, esto con el objetivo de expandir la explicación del concepto, permitiendo al lector reconocer mediante las ilustraciones las posibilidades de uso del concepto; la página 3, con el uso de la solapa, permite interactuar para conocer la técnica de Planos Triangulares, los sólidos de platón y los tipos de triángulos empleados y así, dar paso a la página 4, la cual presenta mediante la pirámide paralela el resultado del desarrollo del concepto.

El proyecto pretende, mediante el empleo de una gama de cuatro colores (azul, blanco y rojo), mostrar simplicidad, orden y limpieza para explicar los conceptos objeto de estudio en esta comunicación. La elección de los colores aporta además mucha facilidad en la explicación del concepto de contraste al hacer uso de armonías complementarias (referente a aquellas que, en el círculo cromático, se encuentran simétricas respecto al centro de la rueda).

Conclusiones

En relación con lo antes expuesto se pueden constatar los siguiente puntos: el papel es un material fundamental para la elaboración de mecanismos Pop-up, por lo tanto, la evolución, mejora y la misma existencia de este ha contribuido a que, de igual manera, la ingeniería del papel mejore y explore diversas posibilidades basadas en los diferentes aspectos técnicos de este material; se ha constatado además una definición del Pop-up y las diferencias que presentan los mecanismos bidimensionales y tridimensionales, abordando así el término "libro móvil" para englobar el uso de los dos tipos de mecanismos, los cuales crean una gran gama de posibilidades sin las cuales no sería posible la existencia del Pop-up ya que representan la base de esta técnica. La resolución propuesta en el libro reúne de forma concisa los conceptos vistos en este documento y su descripción: el contraste como una forma de ver lo que nos rodea y crear significados a través de sus polaridades, y los planos triangulares como una técnica tridimensional que aborda multiplicidad de aplicaciones y resultados, por lo que sí es posible explicar temas de diseño a través de los mecanismos del Pop-up. A modo de cierre y en relación a lo antes expuesto es importante reconocer y apreciar al Pop-up como una técnica que permite experimentar la lectura de forma diferente, que invita al lector a participar de ella, de apreciar los dobleces, añadiduras y cortes en el papel que despliega una historia, en este caso, explican conceptos de una forma diferente; despliega en sus páginas posibilidades infinitas que, gracias a la ingeniería del papel, permiten deleitar a sus lectores y a su vez, explicar temas relevantes.

Bibliografía/Referencias

- Acebes Fernández, N. (2021). *Del plano al espacio. Razones geométricas detrás del Pop-up*. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/50070>
- Barrios, M. P., & Mendoza, M. F. (2018). La construcción del discurso en los libros pop-up. Texto, imagen y movimiento. *Arte e investigación*, no. 14(14), e017. <https://doi.org/10.24215/24691488e017>
- Bidimensional*. (s/f). Concepto. Recuperado el 18 de julio de 2023, de <https://concepto.de/bidimensional/>
- Breve historia de los libros "pop-up"*. (2020, septiembre 22). Domestika. <https://www.domestika.org/es/blog/4992-breve-historia-de-los-libros-pop-up>
- Campoverde Clark, S., & Plaza, M. E. (2017). *Libro pop-up: Descubre el arte de Gonzalo Endara*. ESPOL. FADCOM. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53739>
- Catoptrum microcosmicum*. (s/f). Utoronto.Ca. Recuperado el 18 de julio de 2023, de <https://anatomia.library.utoronto.ca/islandora/object/anatomia%3ARBA1094>
- Dondis, D.A (2011). *La sintaxis de la imagen*. Editorial Gustavo Gili SA.
- Eloy, A. [@_Andres_Eloy]. (2023, abril 20). *El origen y evolución del papel*. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=b36bbb_uktY
- Johannes Regiomontanus: Calendar*. (s/f). Gla.ac.uk. Recuperado el 18 de julio de 2023, de <https://www.gla.ac.uk/myglasgow/library/files/special/exhibns/month/aug1999.html>
- Lasso, S. (2015, mayo 31). *Características del papel*. aboutespanol; AboutEspañol. <https://www.aboutespanol.com/caracteristicas-del-papel-180062>
- Medina, H. (2022, septiembre 26). *Figuras tridimensionales*. Enciclopedia de Matemática. <https://enciclopediadematematica.com/figuras-tridimensionales/>
- Ortegón, L. G. (2020, febrero 21). *Definición de contraste y jerarquía visual - Diseño de interfaz (UI) esencial*. <https://acortar.link/a18Zlw>
- Poliedros. (2006). En *La geometría de Alberto Durero* (pp. 187–266). Editorial Utadeo. <https://concepto.de/poliedros/>
- Scott, R.G. (1982). *Fundamentos del diseño*. Editorial Victor Leru.
- Serrano Sánchez, M. (2018). *¡Pop up! La arquitectura del libro móvil ilustrado infantil*. Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/49073>
- Vergara, S. (2021, julio 19). *Principios Universales de Diseño: Contraste*. Blog ITDO - Agencia de desarrollo Web, APPs y Marketing en Barcelona. <https://www.itdo.com/blog/principios-universales-de-diseno-contraste/>

Wong, W. (2001). *Fundamentos del diseño*. Editorial Gustavo Gili SA.

Bibliografía imágenes

Figura 1. Llull, R. (1306). *Ars Magna*. <https://www.facsimiles.com/facsimiles/ars-magna>

Figura 2. Rummel, Johann (1583). *Catoptrum microcosmicum*. <https://anatomia.library.utoronto.ca/islandora/object/anatomia%3ARBAI094>

Figura 3. Sayer, S. (1765). *Harlequinades*. <https://blogs.slv.vic.gov.au/our-stories/early-history-of-movable-and-pop-up-books/>

Figura 4. Megendorfer. (1890). *Grand Cirque International*. <https://catalogue.swanngalleries.com/Lots/auction-lot/%28CHILDRENS-LITERATURE%29-Megendorfer-Lothar-Grand-Cirque-Inte?saleno=2573&lotNo=181&refNo=781577>

Figura 5. Blue Ribbon Books. (1934). "Mickey Mouse Waddle Book". <https://melbirnkrant.com/collection/page48.html>

Figura 6. Sin autor. (s.f). Papiro. <https://www.ucm.es/quidestliber/papiro-1>

Figura 7. ARCHV, Pergaminos, carpeta 116, 8, (recto) Ministerio de Cultura. Gobierno de España. <https://ecdótica.hypotheses.org/tag/pergamino>

Figura 8. Bill, Baumert. (2017). *Paddington: Londres*. <https://www.lanacion.com.ar/cultura/el-libro-pop-up-un-mundo-para-descubrir-nuevas-formas-de-disfrutar-historias-nid2107657/>

Figura 9. Fordham, D. (1998). *Contemplación de la Navidad*. <https://www.emopalencia.com/desplegables/tecnica.htm>

Figura 10. Vengas, Ruiz. (2019). *Nicolasa ¿Y tu casa?* <https://www.youtube.com/watch?v=1MbmfQOjbpl&t=1s>

Figura 11. Joy K. (2021). Waterfall Card. <https://joyincrafting.com/printable-waterfall-card-template-and-instructions/>

Figura 12. Structural Graphics, Toyota. (2018). The 2018 Camry. <https://www.paperspecs.com/gallery/toyota-camry-pop-up-gatefold-insert/>

Figura 13. Messenger, N. (1995). *Famous Faces*. <https://www.emopalencia.com/desplegables/tecnica.htm>

Figura 14. The Pop-Up Channel (2019). Flap Appears and Flips Over. <https://www.youtube.com/watch?v=ts6yzzpwOvHY>

Figura 15. Wilflingseder, A. (1563). *Erotemata musices*. <https://www.thinking3d.ac.uk/MusicalVolvellas/>

Figura 16. Turcios, O. (s.f). *La casa del ratón*. <https://www.behance.net/gallery/56277859/Libro-Troquel-%28Artesania%29>

Figura 17. Nister E. (1979). *Revolving Pictures: A Reproduction from an Antique Book*. <https://www.youtube.com/watch?v=J1-jSr1jkVU>

Figura 18. Arrhenius, I. (2018). *Pop-up Ocean*. <https://ebbandflowkids.co.uk/product/pop-up-ocean/>

Figura 19. Ita, S. (2018). *Tokyo Pop-Up Book: A Comic Adventure with Neko the Cat*. <https://www.youtube.com/watch?v=oEZfW7SRn6A&list=WL&index=175>

Figura 20. Carter, D. A. (2008). *Cuadrado amarillo*. https://www.youtube.com/watch?v=-5743IBbw_w

Figura 21. Wong, W. (2001). *Fundamentos del Diseño*, p. 307-308.

Figura 22. Wong, W. (2001). *Fundamentos del Diseño*, p. 312.

Figura 23. Wong, W. (2001). *Fundamentos del Diseño*, p. 311