



# BioDiseño

## Aportes Conceptuales de Diseño en las Obras de los Animales

Héctor Fernando García Santibáñez Saucedo

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

Héctor Fernando García Santibáñez Saucedo

# BioDiseño

Aportes Conceptuales de Diseño en las Obras de los Animales

Directores de Tesis:  
Dr. Josep Ma. Martí Font  
Dra. Monserrat Colell Mimó  
Universidad de Barcelona

Doctorado en Investigación en Diseño  
Departamento de Diseño e Imagen  
Facultad de Bellas Artes  
Barcelona 2007

## 9. Sobre el mimetismo de los animales

### 9.1. Sobre las necesidades y condiciones para generar el mimetismo

Desde hace mucho tiempo en distintos lugares y culturas, se les han atribuido a ciertos animales y seres fantásticos la facultad de aparecer y desaparecer a voluntad propia, impresionando la creencia de las personas que les han conferido aptitudes sobrenaturales, que intimidan con ello a ingenuos por ocultar su imagen a los demás<sup>1</sup>. Aún cuando todo esto cae dentro del espacio mítico, la verdad llega a ser mucho más sorprendente e impactante al adentrarnos al ámbito de la etología y la biología, ciencias que exploran a través del comportamiento de los seres vivos, su mimetismo, con el fin de lograr en esencia su invisibilidad. Conforme más se estudian estos campos de la ciencia, más se amplían y refinan sus significados, siendo válido preguntarnos ¿qué componentes constituyen a la invisibilidad en la naturaleza? ¿qué conceptos y elementos son preponderantes para que el mimetismo y el camuflaje funcionen en los animales y en el diseño?

Dado el gran valor que la misma naturaleza da a la sencillez y economía, podemos tomar como válido el fenómeno de la invisibilidad, por estar presente en ella. Tal propuesta puede ser comprobada inicialmente en ciertos animales como el *Asplanchna*<sup>2</sup>, minúsculo microorganismo que presenta ciertas cualidades apropiadas para ser considerado literalmente invisible, debido a la transparencia de su cuerpo con que se ha integrado en el medio donde se desenvuelve (fig. 9.1). Dentro de los avances de la ciencia y el diseño gráfico, algunos ejemplos en que se experimenta la "invisibilidad" están encaminados poco a poco a alcanzar este ideal que siempre ha perseguido la humanidad. Así pues los trabajos del Dr. Susumu Tachi, profesor de la Universidad de Tokio, dan una muestra de los intentos por llegar a esta característica, al presentar pruebas de dicho nivel mediante el empleo de cámaras y objetos especiales (fig. 9.2), que contribuyen a lograr este efecto.<sup>3</sup> Por su parte, los resultados presentados en los elementos de seguridad en el diseño gráfico del papel moneda, permiten comprobarlo de manera más familiar. Caso particular son los detalles que emplean los billetes Euro<sup>4</sup>, entre los cuales en primer lugar estarían las marcas de agua así como minúsculos detalles que se presentan en su composición, como referencias de protección (fig. 9.3).

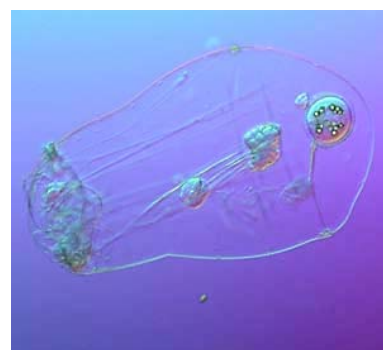


Fig. 9.1. Animal invisible giratorio. El *Asplanchna*, es un rotífero planktónico virtualmente invisible en el agua de lagos debido a su transparencia (fotografiado aquí al usar una iluminación diferenciada de contraste de interferencia). Solamente sus huevos y algo de comida en su intestino da al depredador un indicio de que un rotífero comestible está moviéndose cerca. El *Asplanchna* hace su vida tragando a otros rotíferos y a células simples.  
Foto: BioMedia Associates.



Fig. 9.2. Fotogramas del video ejemplificativo de la "invisibilidad" en un objeto.  
Fotos: Dr. Susumu Tachi.

<sup>1</sup> Ejemplos de esto se registran en diferentes culturas desde hace muchos años, como la deidad del antiguo Egipto Amon-Ra, al igual que a personajes del folklore y literatura como los fantasmas y al mismo Drácula entre otros, quienes poseen aparentemente la facultad de aparecer y desaparecer a voluntad.

<sup>2</sup> Sobre el estudio del rotífero *Asplanchna*, ver a *BioMedia Associates*, en: <http://ebiomed.com/gall/rotifers/rotifer8.html>

<sup>3</sup> Sobre los experimentos de invisibilidad del Dr. Tachi, ver: [www.star.t.u-tokyo.ac.jp/~tachi/profile.html](http://www.star.t.u-tokyo.ac.jp/~tachi/profile.html)

<sup>4</sup> García Santibáñez S., Fernando. *El Diseño Gráfico del Billeto Euro*. Investigación de Doctorado, Universidad de Barcelona, Barcelona, Mayo 2002, 12 pp.

Es un hecho evidente que cuando vamos conociendo la variedad de opciones que ofrece la naturaleza sobre estos mismos aspectos, podemos confirmar la importancia de las preguntas antes mencionadas, por permitir enfocar la investigación hacia la obtención de respuestas que podrían ser aplicables de manera directa, hacia soluciones óptimas de problemas que el profesional de diseño enfrenta. Si bien es cierto lo dicho por Kant, en cuanto a que “no vemos las cosas como son, sino como somos nosotros”, es igualmente válida la reflexión personal que indica que los sentidos nos ayudan a percibir el mundo donde vivimos, aunque son su mismo desarrollo lo que nos lo limita.

## 9.2. Sobre la interpretación del mimetismo y el camuflaje

En términos generales la palabra ‘mimetismo’<sup>5</sup> procede del griego *mimesis*, que significa la propiedad que poseen algunos seres vivos de imitar el aspecto exterior de otros, mientras que la palabra ‘camuflaje’, proviene del francés *camouflage* o *camoufler*, y ésta a su vez del italiano *camuffare* o *camuffato*, que significa vestir, disimular o disfrazar un elemento de manera diversa, con el fin de generar dificultad en su reconocimiento. Esta facultad puede extenderse hacia la forma o el comportamiento de un ser, sea vivo o no, llegando por tanto a entenderse como una falsificación al intentar engañar de manera directa a través de esta acción al perceptor. En lo particular, nos estaremos avocando principalmente a los criterios que se centran en el mimetismo visual, aún cuando habremos de tener siempre en cuenta, que también existe mimetismo de olores, conocido bajo el nombre de *homosmia*, así como el de sonidos, denominado *homoecia*.

No obstante estas interpretaciones, no es tan simple la limitación entre las dos denominaciones en estudio, pues mientras más se profundiza en sus investigaciones, más amplio se hace el campo de su significación, debido a que si el ser humano así como una importante cantidad de animales, llegan a considerar el sentido de la vista como elemento rector para su supervivencia, existen igualmente en el reino animal, otros sentidos que son considerados de mayor importancia, ya sea el olfativo, el auditivo, el vibratorio, el termoreceptor, entre otros, con los que permiten ampliar su campo de estudio al contemplar en ellos distintas facultades para su enriquecimiento, aunado a que si bien desde el punto de vista del ser humano, llegan a ser interpretados como mimetismo o camuflaje, estas mismas señales pueden pasar desapercibidas en los animales al interpretarlas de otra manera, siendo más oscura la procedencia de las reacciones de la entidad examinada. Por tanto, es recomendable ser muy cautos en las interpretaciones de fenómenos miméticos y crípticos, cuyo complicado origen dificultará una explicación plenamente satisfactoria<sup>6</sup>.

De acuerdo a las opiniones de varios investigadores, estas peculiaridades tienen su origen en mutaciones paralelas en for-



Fig. 9.3. Detalles de diseño gráfico invisible. Los billetes Euro presentan algunos detalles de invisibilidad, los cuales forman parte de sus elementos de seguridad para evitar su falsificación. A la izquierda un detalle del billete visto de manera normal. A la derecha, el mismo detalle visto a contra luz, en donde se perciben algunas franjas verticales, al igual que una imagen de marca de agua y la integración de las líneas y curvas que completan la denominación.

Foto: Fernando García S.

<sup>5</sup> Algunos autores también la denominan como *Seudosis*.

<sup>6</sup> *Zoología I, Animales inferiores en Ciencias de la Naturaleza*, Ed. Planeta, Vol. VI, Barcelona, 1997, p. 416.

mas afines. Según otros, éstas serían el resultado de influencias del medio ambiente de carácter hereditario, que han incidido sobre los seres que cohabitan en el mismo ambiente. Si bien es cierto que estos resultados han sido, sin lugar a dudas, un producto de la selección natural, no es menos válido resaltar que han servido como elementos favorecedores en la supervivencia de los seres que las han presentado.

### 9.3. Sobre la mimesis en la retórica

Quizás cause sorpresa a alguien, encontrar algunos de los sustentos teóricos del mimetismo biológico en la retórica. Pero conforme vamos indagando y profundizando en los orígenes de la invisibilidad, comprenderemos con mayor facilidad que los criterios que se emplean en este campo de la poética, son igualmente aplicables en la naturaleza y en el diseño. En principio, desde el punto de vista de la retórica grecolatina, la Dra. Beristain menciona que "la mimesis consiste en la imitación de la realidad de la vida, [...] en donde] se realiza a veces con fines científicos, como cuando trata de representar en el discurso histórico [...], el acontecer real. Este tipo de mimesis *persigue la verdad*."<sup>7</sup> Bajo este criterio, no estaremos lejos por vincular sus bases teóricas con las del mimetismo biológico, pues como referente de carácter científico, busca sobre todo la realidad de las cosas. Otras veces la mimesis está en relación con el ámbito artístico. Si bien en él estará en correspondencia con el discurso retórico y la poesía, la captación de lo imitado producirá un deleite y logrará con ello la simpatía del receptor, con el fin de servir a un objetivo didáctico, dado que la poesía educa con forma mimética, no tanto teórica, llevando el arte a *interpretar la realidad*.

Para lograr de manera rápida y esencial el grado de totalidad que se requiere, la mimesis (sea científica o artística), emplea cuatro clases de alteraciones con las que se modifican los signos en estudio (sean animales, carteles, casas, etc.), ya sea en sus significantes o también en sus significados. Tanto en la retórica, como en la biología y en el diseño, estos mismos atributos son igualmente aplicables, siendo estos: 1. La *Adición*, en donde se agregan partes al ser en estudio presentándose en el caso del mimetismo biológico o del diseño, la repetición de rasgos característicos, ya sean puntos, líneas, superficies, texturas, y volúmenes con el fin, en algunos casos, de variar su contorno o su forma característica. Es uno de los ejemplos más comunes del camuflaje, pues se añaden elementos que permitirá ver al animal favorecido como otra cosa. Un ejemplo de ello será el cangrejo decorador<sup>8</sup>. 2. La *Sustracción*, en la cual se le quitan elementos que pudieran ser secundarios, pues es importante mencionar que las partes esenciales de la misma, no habrán de ser retiradas para no cambiar su significado fundamental (a excepción, claro está, en un ámbito surrealista). En este caso estaría el ejemplo de la continuidad del contorno de las hojas en la superficie del cuerpo de una oruga (fig. 9.4).



Fig. 9.4. La oruga *Cerura erminea*, presenta en su piel alteraciones que se interpretan como sustracciones, las cuales le sirven para completar las partes de las hojas que se va comiendo, evitando con ello ser percibida.

<sup>7</sup> Berinstain, Helena. *Diccionario de Retórica y Poética*. Editorial Porrúa S.A., México D.F. 1988, pp. 334-336.

<sup>8</sup> Wicksten, Mary, "Cangrejos decoradores", en *Investigación y Ciencia / Scientific American*. Num. 43, Barcelona, Abril 1980, pp. 102 a 108.

3. La *Sustitución*, que permite cambiar las partes fundamentales o secundarias por otras que cumplen con la misma o similar función, aunque con diferente forma. Es aquí en donde la ubicación de algunos sentidos, se encuentran en otra parte del cuerpo. Por ejemplo, la capacidad de la serpiente de “ver” con el hocico, a través de unos sensores térmicos. 4. La *Permutación*, en donde se cambia el orden de los elementos con que se está trabajando. Por ejemplo, “los ojos” o “la cabeza” pudieran percibirse que se encuentran en otro lado, como es el caso de la mariposa con cabeza falsa *Tecla* (*Nesiostrymon calchinia*) (fig. 9.5).

En el caso de la mimesis artística (e interpretando desde un punto de vista que la misma naturaleza ha generado en su obra elementos de arte, sean plantas o animales), ésta no persigue la verdad (como mimesis científica), sino la *verosimilitud*. Por tanto, y tal como lo refiere la Dra. Beristain, “Para lograr la perfección verosímil, el poeta agrega o suprime elementos o partes, las trastoca o las sustituye, o las subraya mediante figuras lingüísticas”<sup>9</sup>, utilizando principalmente la supresión con el fin de lograr la unidad y la brevedad.

#### 9.4. Sobre los criterios elementales del diseño mimético

Ahora bien, basándonos en estas interpretaciones generales, y con el fin de ir aclarando estas diferencias, amerita resaltar las consideraciones del Dr. Wolfgang Wicker<sup>10</sup>, autoridad del mimetismo del Instituto Max Planck, quien menciona que para que puedan darse estos fenómenos, han de existir básicamente varios elementos participantes, como son: 1. El elemento verdadero, denominado “modelo” o “ejemplo”, de quien se copia sus propiedades reales y naturales. 2. La existencia de “una o varias señales” características, que permiten mediante su presencia, subsistir al animal que las exhibe al defenderse de los depredadores. 3. El elemento plagiador, llamado igualmente “imitador”, que es quien simula los atributos principales de protección. Es éste, quien deberá adoptar correctamente las señales clave del modelo para que puedan serle útiles. 4. Por último, y aunque no por ello de menor importancia, estaría el “perceptor de señales” o depredador, quien desconoce por lo general las diferencias claves para distinguir al imitador del modelo, y es finalmente, quien juzga que tan bien ha funcionado el mimetismo. Bajo estos principios, se han desarrollado una gran cantidad de estudios desde hace muchos años por parte de grandes investigadores, permitiendo con ello, ampliar las características para su comprensión.

Los animales han adaptado tanto el mimetismo o el camuflaje, como un elemento importante de protección en contra de sus depredadores. Los animales que usan el mimetismo, les permite verse como otro animal, empleando colores, formas y



Fig. 9.5. La mariposa con cabeza falsa del género *Tecla* (*Nesiostrymon calchinia*), presenta esta imagen para desviar la atención del depredador. De esta forma tendrá otra oportunidad para vivir.  
Foto: Bruce Coleman (John Shaw).

<sup>9</sup> Beristain H. *Op. Cit.*, p. 335.

<sup>10</sup> Wicker, Wolfgang. *El Mimetismo en las Plantas y en los Animales*. Ed. Guadarrama, Biblioteca para el Hombre Actual, Madrid, 1968, pp. 8, 10, 239.

comportamientos similares a un modelo de atributos generalmente repulsivos o peligrosos con los cuales cambian su significado de animal apetitoso o dócil a repugnante y nocivo. Por otro lado, el animal que emplea el camuflaje, le ayudará a percibirse como una cosa del ambiente en donde se encuentre, presentando en ello un parecido sorprendente a diversos objetos, que les hará desaparecer perceptualmente en ese entorno (fig. 9.6). Para esto, se auxilian de detalles gráficos en formas, colores y texturas, para asemejarse a una ramita, una hoja, una espina, una flor, una piedra o incluso al excremento de algún animal (conocida esta imitación como *seudocopia*).

De igual modo, presentan en ocasiones alteraciones en sus bordes para enfatizar su parecido a hojas, cortezas de árboles o líquenes, que junto a la inmovilidad de sus cuerpos (llamado este fenómeno *tanatosis*), harán enfatizar más su credibilidad, por aumentar su semejanza con el objeto copiado, generando en el depredador un desconcierto por no percibirlo en su forma habitual. Es común también notar, que aún cuando se les llegue a mover, ellos permanecerán inmóviles durante cierto tiempo. Cabe mencionar que el mimetismo y el camuflaje no son exclusivos de los animales de presa, pues es frecuente también percibir estos fenómenos entre los predadores, los cuales son igualmente expertos en ocultarse al tener este factor como un atributo preponderante para lograr atrapar a sus presas. Esto se demuestra con facilidad en el tigre de Bengala (*Panthera tigris*)<sup>11</sup>, que llega a mezclarse tanto en sus movimientos como con su piel, entre los altos tallos de la hierba, donde las mismas rayas que dividen su silueta, le ayudan a esconderse para asechar a sus presas, interpretando por tanto este ejemplo como camuflaje (fig. 9.7).

Prácticamente el camuflaje, llamado también mimetismo críptico o simplemente *crypsis*<sup>12</sup>, se divide en tres tipos que son: 1). El *Homocromismo* (o coloración críptica), que es cuando un animal ha adoptado un color similar al medio ambiente en donde habita. 2) El *Homomorfismo*, que es cuando el animal se asemeja a una forma común del ambiente en donde se posa con frecuencia. 3) Y finalmente la *Homotipia*, que es cuando el animal ha adoptado conjuntamente tanto la forma como el color de su entorno, habiendo ejemplos muy numerosos de cada uno de ellos. Tras reconocer este hecho, si el animal se parece en forma, en color así como en el comportamiento de otro animal, es cuando ya estamos hablando del mimetismo en sentido estricto (fig. 9.8). Desde la última década del s. XIX, la ciencia ha adoptado en parte el pensamiento de Edward Bagnall Poulton, quien estableció ciertos criterios clasificatorios en su investigación sobre el color de los animales.<sup>13</sup>



Fig. 9.6. Camuflaje. El asombroso mimetismo críptico de la mariposa hoja *Consul electra*. Foto: Richard Lehman.



Fig. 9.7. Camuflaje. Tanto el color como la piel listada del tigre (*Panthera tigris*), llegan a ajustarse al ambiente de la maleza donde vive, lo cual le permite ocultarse con facilidad de sus presas a través de este camuflaje.

<sup>11</sup> Estudio del camuflaje del tigre:

<http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/UVLibre/9899/jeu002/chasse.htm>

<sup>12</sup> *Zoología II, Animales Inferiores en Ciencias de la Naturaleza*, Ed. Planeta, Vol. 7, Barcelona, 1997, pp. 416-419.

<sup>13</sup> Poulton, Edward Bagnall. "The Colours of Animals: Their meaning and Used, Especially Considered in the case of Insects". *Journal Nature*. London. 24 July 1890.

Poulton entendió al mimetismo como una especie de defensa pasiva que oculta al organismo que lo emplea, interpretado como *procríptico*. Asimismo puede otorgar en ciertas circunstancias, una imagen fuerte y poderosa denominado *seudoposemático*, que ayuda a mantener con vida al animal. Cuando los colores sirven para ocultar al organismo, se denomina *apatéticos*; cuando sirven para exhibir al organismo con intensiones reproductivas son interpretados como *epigámicos*, y cuando advierten de su peligrosidad se le llama *semáticos* o *aposemáticos*, que alejan al atacante al amenazarles del posible riesgo que correrían al acercarse a su rival. Poulton organizó también, el empleo de los colores en el mimetismo de los animales en cinco grandes grupos, que son: 1) Colores de valor fisiológico directo (p.e. el color oscuro absorbe más calor radiante). 2) Colores de protección y semejanza agresiva (p.e. el camuflaje de la presa o del depredador). 3) Colores protectores y mimetismo agresivo (p.e. la semejanza a un animal agresivo). 4) Colores de advertencia (p.e. las formas coloreadas brillantes que avisan un sabor u olor desagradable). 5) Colores exhibidores de cortejo (p.e. la modificación de colores por la sensibilidad "estéticas" de especies superiores).



Fig. 9.8. Mimetismo de Mertens. La araña hormiga (*Myrmecium sp.*) se alimenta de hormigas parecidas a ella. Sus patas delanteras las conduce como si fueran antenas. Foto: Premaphotos-Wildlife, Warwicks.

Cuando tenemos en cuenta la variedad de opciones conceptuales que se manifiestan en los animales, así como la importancia crítica para la existencia de su futura descendencia, pudiéramos caer en la tentación de conceder la posibilidad de que existan sencillos pensamientos relativos a cierto grado de conducta que van contribuyendo a refinar este tipo de manifestación formal entre las especies inferiores, pues este comportamiento nos seduce a pensar que de alguna manera ellos "saben" como son. No obstante, la explicación más convincente es otra. ¿Cómo se ha podido interpretar tal fenómeno?

Maria Stamp Dawkins<sup>14</sup>, de la Universidad de Oxford, denomina como *Imagen de búsqueda* (Search image), a ciertos criterios que debieran estar vinculados a este problema, aún cuando pudiera ser un tanto ambiguo por poseer varios sentidos. Empleado en el contexto predador-presa, este término refleja la experiencia adquirida por el depredador hacia un tipo de presa en especial. Por ejemplo en sentido general la habilidad por aprendizaje de un ave para conocer la comestibilidad de cierta especie de insecto, al haber adquirido la imagen de búsqueda sobre esa especie en particular, si bien en sentido más preciso, este término se restringe únicamente cuando se tienen pruebas de que ciertas especies de depredadores han mejorado su capacidad para reconocer el contorno y la forma de sus presas con camuflaje contra un fondo muy similar a ellos. Por tanto adoptar una "imagen de búsqueda" equivale a haber "aprendido a penetrar en el camuflaje" de la presa, implicando por tanto un cambio de percepción en el depredador que "obliga" al camuflaje de las presas a mejorarse. Por ejemplo, Tinbergen<sup>15</sup> nos explica que la especialización que muchas especies han adoptado para protegerse de sus depre-

<sup>14</sup> Citada por Harré, Rom y Roger Lamb. *Diccionario de Etología y aprendizaje animal*. Ed. Paidós, Barcelona, 1991, p. 104.

<sup>15</sup> Tinbergen, Niko. *Naturalistas Curiosos*. Biblioteca Científica Salvat, Ed. Salvat, Barcelona, 1985, pp. 87-92.



dadores, siguen con relativa frecuencia este concepto, al adoptar la imagen de objetos que los predadores no perciben como comestibles. Tal concepto es presentado por la oruga palo de abedul (*Ennomos alniria* o la *Ennomos autumnaria*<sup>16</sup>), la cual exhibe una imagen casi perfecta ante su similitud con los tallos de las plantas donde habita, pues además de la forma y el color, su comportamiento sobresale en gran medida (fig. 9.9).

Experimentos desarrollados con este tipo de orugas y con arrendajos, permitieron comprender el proceder de estas dos especies cuando se les enfrentó de manera directa. En un principio el ave no percibió la oruga, picoteando indistintamente donde fuera alrededor de 20 minutos. Sin embargo cuando el ave pisó accidentalmente la oruga *Ennomos*, ésta abandonó enseguida la ventaja de permanecer inmóvil como una verdadera ramita. Fue entonces cuando el arrendajo la observó y la levantó en seguida con su pico golpeándola en el suelo una o dos veces antes de tragársela (fig. 9.10). Ante estas observaciones, Tinbergen rescata varios puntos en esa investigación que son importantes mencionar: "1. Que el arrendajo no reparaba en la larva hasta que se movía. 2. Que se comía a la oruga con ansía una vez descubierta. 3. Que confundía las ramitas con las orugas. 4. Por tanto, que, en principio, ignoraba a las ramitas y las orugas indistintamente, porque, para él, todas eran "simples ramitas". Tanto éste como posteriores experimentos parecían confirmar que ciertos enemigos naturales de las orugas-rama, como el arrendajo, eran capaces de distinguir las orugas de las ramitas. Si es así, entonces el superlativo grado de perfección con que los insectos imitan las ramitas de su específica planta alimenticia, debe ser de vital importancia."<sup>17</sup>

Dentro del diseño y el arte podremos encontrar igualmente algunos ejemplos impactantes sobre camuflaje, que obligan a prestar una mayor atención para percibirlos con claridad. Independientemente de las texturas de los uniformes militares, en el diseño gráfico pueden también encontrarse con frecuencia en representaciones icónicas y tipográficas. Dentro del ámbito del arte, un ejemplo singular está presente en el retablo principal de la Parroquia Sant Pere Nolasc<sup>18</sup>, que se encuentra en Barcelona, el cual está presentado como una gran escultura (fig. 9.11). Para sorpresa de muchos, aún cuando se perciba como tal, no es una escultura sino una pintura mural, obra del pintor francés Joseph Flaugier (1757-1818), la cual por sus grandes dimensiones (385 m<sup>2</sup>.) y por su gran calidad pictórica y compositiva, llega a incrementar más su valor mimético. Este retablo, una especie de templete en donde se combinan elementos arquitectónicos y escultóricos, utiliza colores grises y ocre que imitan a la perfección la piedra natural, logrando dar la profundidad y amplitud del tem-



Fig. 9.9. La similitud que alcanza la oruga palo de abedul (*Ennomos autumnaria*) con los tallos de este árbol le permite pasar desapercibida a sus depredadores.  
Foto: Michael Borsch

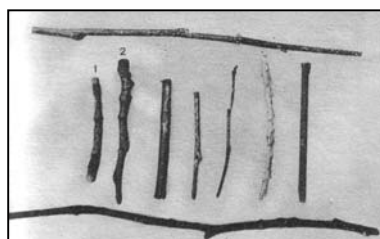


Fig. 9.10. La oruga *Ennomos* es la primera a la izquierda, junto a esta serie de palitos. Sólo el pájaro la confundió con la segunda, hasta que la oruga se movió.  
Foto: N. Tinbergen.

<sup>16</sup> Oruga palo de abedul (*Ennomos autumnaria*)

<http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/insecta/lepidoptera/ditrysia/geometroidae/geometridae/ennominae/ennomos/>

<sup>17</sup> Tinbergen, N., *Ibidem*, p. 92.

<sup>18</sup> Portugal, Fray Carmelo. "Parroquia Sant Pere Nolasc", *Guía Histórico-artística*. Folleto tríptico a color. Barcelona, 1999, 6 pp.

plo, con lo que permite seducir y engañar a la vista para concentrarse en su significado connotativo, dando de este modo una imagen que no es lo que representa.

### 9.5. Sobre los orígenes de la investigación científica del mimetismo y el camuflaje

¿Quiénes iniciaron los estudios del mimetismo de manera científica? Aún cuando podremos mencionar en forma general a varios investigadores que han contribuido profundamente al estudio del mimetismo, debemos resaltar a varios naturalistas que hicieron desde el siglo XIX, importantes aportaciones, con las cuales contribuyeron no sólo con su trabajo sino también con la definición y establecimiento de los hitos referenciales para la comprensión de este campo de estudio. Propiamente el término "mimetismo", fue introducido por Kirby and Spence<sup>19</sup> al campo de las ciencias biológicas hacia 1817, aunque no en su presente estado de interpretación. Posteriormente Darwin y Wallace cubrieron de manera indirecta este concepto.

Sin embargo fue a partir de Henry Walter Bates que el término se evidenció de manera clara, fundamentándose con muestras que comprobaran su significado. Amerita rescatar una cita expuesta posteriormente por parte de Alfred R. Wallace, quien en sus investigaciones sobre el *Viaje al Archipiélago Malayo* en 1869, confirmó la importancia del camuflaje como un trascendente campo de estudio, al citar que la "[...] La] *Kallima paralecta*, mariposa no menos notable, [...] tiene la propiedad de posarse en las ramas secas, y cuando levanta las alas y las une, su contorno semeja exactamente una hoja marchita (fig. 9.12). Esta especie de disfraz hizo que me fuera muy difícil encontrar uno de estos insectos, pues cuando se posaba confundíanse con las hojas de tal manera que pasaba inadvertidos"<sup>20</sup>.

Ya desde 1865, este investigador se había sentido motivado a estudiar sobre este campo, a tal punto de formular una serie de observaciones sobre el mimetismo que actualmente son conocidos como Leyes de Wallace, donde se indican entre otras: 1) La semejanza se manifiesta sólo en los caracteres visibles. En la organización interna la especie mimética corresponde con los de su grupo taxonómico. 2) La especie mimética parece sacar ventaja de su parecido con la especie modelo, por ser más pobre en sus medios de defensa. 3) La especie mimética debe vivir en la misma zona que la especie modelo. 4) Las especies miméticas son menos numerosas que las respectivas especies modelos. 5) Las modificaciones miméticas son más frecuentes en las hembras que en los machos.



Fig. 9.11. Camuflaje artístico. Retablo de la Parroquia de Sant Pere Nolasc, en donde se le percibe como una obra escultórica, cuando en verdad es una pintura mural, sólo detectada como tal de cerca.



Fig. 9.12. Camuflaje de mariposa hoja. Cuando la *Kallima paralecta* está en reposo sobre alguna ramita seca, pasa desapercibida al no diferenciarse del contexto en donde se encuentra.

<sup>19</sup> Citado por Petr Kácha - Václav Petr., en "Camouflage and Mimicry in Fossils", en *Historia Naturalium*, 51 (1-4), Ed. Acta Musei Nationalis Pragae, Ser. B., Praha, pp. 53-82, y tomado de Kirby, W. - Spence, W. *An Introduction to Entomology*, I, II, Londres, 1817, 530 pp.

<sup>20</sup> Citado por Masó, Albert, y Manuel Pinjoan. *Observar Mariposas*. Ed. Planeta, Barcelona, 1997, p. 181.

## 9.6. Sobre los distintos tipos de mimetismo

Diversos especialistas en el ámbito de la zoología y etología, están de acuerdo en considerar que los insectos son los grandes expertos en el manejo de disfraces, aún cuando ciertas especies de animales superiores también sean sorprendentes por el manejo natural de estos atributos, como por ejemplo el pájaro palo de Australia (*Podargus trigoides*), quien con magistral representatividad e interpretación asume en la naturaleza el papel de una verdadera rama seca y trunca al quedarse quieto en los bosques de esta gran isla (fig. 9.13). David Attenborough<sup>21</sup> comenta que si bien las chinches se parecen a espinas (*Umbonia crassicornis*) (fig. 9.14), las mariposas (*Kallima paralecta*) con sus alas cerradas son semejantes a hojas secas, las polillas a manchas de líquen o a ramitas rotas (9.83), incluso ciertas arañas a excrementos de aves (fig. 9.82), o las mantis religiosas (*Idolum diabolicum*) a flores, estos disfraces pueden como en cualquier teatro mejorarse mediante la postura, el movimiento e incluso con la paralización del intérprete. Tal es el caso de cierto escarabajo de Brasil que cuando percibe cierto grado de peligro, dobla con prontitud sus patas para caer de lado haciendo con ello que la parte inferior sea visible al adoptar una imagen de excremento de ave al enfatizar la defecación mediante el estiramiento lateral de una de sus patas delanteras blancas aplanadas, para dar a entender que era más bien líquida y que había salpicado. Aún con todo, este principio de supervivencia, pueden desarrollarlo no sólo las presas para evitar ser devorados al esconderse y pasar desapercibidos, sino igualmente como lo hemos referido anteriormente, los depredadores para cazar y tender emboscadas.



Fig. 9.13. El pájaro palo (*Podargus trigoides*), imita a la perfección una extensión de la rama en donde se posa, auxiliándose igualmente de la inmovilidad que contribuye a que no se le vea.  
Foto: Jacana

Una de las mejores síntesis del estudio del mimetismo es la realizada en 1982 por el investigador Georges Pasteur<sup>22</sup>. Edgard M. Barrows<sup>23</sup>, lo toma como base para exponer las características generales de esa clasificación, al interpretarlo como una forma de organizar distintos grupos, de los cuales los más importantes tipos de este fenómeno natural, se ven reflejados en 7 grandes grupos de mimetismo que son: 1) Clasificación por función. 2) Clasificación por cambiabilidad. 3) Clasificación por el número de individuos miméticos involucrados. 4) Clasificación por franqueza. 5) Clasificación con respecto a sí mismo. 6) Clasificación por percepción o por impercepción del mimetismo de la presa. 7) Clasificación por concreción del modelo, "mimetismo virtual-modelo". Por supuesto, cada uno de ellos se subdividen en más puntos que implican en términos generales una multiplicidad de referentes que conllevan cada uno a la ejemplificación particular donde se pudieran insertar cada una de las especies, mismos que si se citaran de manera específica, rebasarían con creces los objetivos de esta investigación. Aún así, queremos resaltar para nuestro estudio los conceptos de ciertos tipos de mimetismos que fueron aporta-



Fig. 9.14. La similitud de la chinche espina (*Umbonia crassicornis*) con una espina de verdad, es asombrosa.  
Foto: NHPA (Stephen Dalton)

<sup>21</sup> Attenborough, David. *La vida a prueba*. Ed. Plaza & James, Tusquets. Fundación la Caixa. Barcelona, 1990, p. 93.

<sup>22</sup> Pasteur, G. "A classification of mimicry systems". *Annual Review of Entology and Systematics*. 12; 1982. pp. 169-199.

<sup>23</sup> Barrows, Edgard M. *Animal Behavior Desk Referente*. CRC Press, Boca Ratón, Flo. 1995, 671 pp.

dos por algunos de los más importantes científicos de este campo, los cuales son conocidas con el nombre de sus autores o de sus peculiaridades. Estos tipos de mimetismo son: El mimetismo de Bates; el mimetismo de Müller; el mimetismo de Peckham; el mimetismo de Mertens; el mimetismo de Wassmann; el mimetismo de Moynihan, entre otros. Algunos de estos mimetismos serán explicados a continuación así como sus características más importantes, con el fin de ejemplificar los conceptos que son aplicados de manera evidente en el diseño gráfico, de aquí que pueda incluso generarse algunas preguntas como: ¿Qué conceptos aporta la “invisibilidad” de cada especie? ¿Existen especies que pueden “rediseñar” su imagen? ¿Cómo pueden ser interpretados tales conceptos en el diseño gráfico?

### 9.7. El mimetismo de Bates

“El débil se parece al fuerte”

Uno de los principales investigadores del siglo XIX, fue el naturalista inglés Henry W. Bates (1825-1892)<sup>24</sup>. Entre 1849 y 1860, estuvo buscando mariposas en las selvas brasileñas para desarrollar sus estudios de investigación (fig. 9.15). Poco tiempo después, el 21 de junio de 1861, presentó sus resultados en las *Transactions Linnean Society*<sup>25</sup> de Londres. Desde entonces, no han cesado las discusiones sobre el contenido de su trabajo, el cual ha servido de hito para generar una gran polémica en distintos círculos de estudiosos, sirviendo de excusa para que una importante cantidad de investigaciones hayan sido generadas en el mundo científico, alterando el pensamiento no sólo de especialistas y científicos, sino también de teólogos, profesores y amantes de la naturaleza. “No existen los milagros”, breve cita de significado altamente científico, fue parte del contenido que motivó a emprender más investigaciones sobre este tema, al no conformarse con encontrar similitudes casuales entre distintas mariposas que resultaron ser de diversas especie, por lo que se enfocó a encontrar la razón de ello. Con los aportes de estas investigaciones no sólo contribuyó a revolucionar el estudio de las ciencias biológicas, sino que también fundó un nuevo campo de estudio dentro de la etología, considerándolo la posteridad como el Padre del Mimetismo.<sup>26</sup>



Fig. 9.15. Henry Walter Bates, en la selva brasileña. (De H. W. Bates. 1863. *The Naturalist on the River Amazons*. Vol II. p. 344).

<sup>24</sup> Ilustración de Bates en la selva brasileña: <http://abacus.gene.ucl.ac.uk/jim/Mim/Bates63.html>.

<sup>25</sup> Investigación presentada en 1861 y publicada en 1862. Cfr. W. Wickler, *Op. Cit.*, p. 7, así como la investigación de Amy H. Valenti, Pullman WA, en “Mimicry and camouflage in the insect world”, en: <http://members.aol.com/yesclub/ba91.html>.

<sup>26</sup> Kácha, Petr y Václav Petr. “Camouflage and mimicry in fossils”. Universidad de Praga. <http://www.natur.cuni.cz/~vpetr/Camouflage.htm>

### 9.7.1. Mariposas (*Aptrophanura coon.* / *Papilio memnon*)

Fue Henry Bates quien desde ese entonces estuvo investigando sobre las particularidades de distintas mariposas, así como las causas del porqué se presentaba dicho fenómeno en la naturaleza, manifestado de manera visual principalmente, a través de las formas, tamaños, colores y proporciones, entre otros atributos muy semejantes, que junto al comportamiento similar de varias de ellas, llegó a asentar algunos principios dentro de la etología que han sido desde entonces, elementos básicos en el campo del mimetismo. Dichos resultados, contribuyeron a generar los fundamentos de lo que se conoce en esta ciencia como *mimetismo de Bates* o *mimetismo batesiano*, por haber sido el primero en haberlo especificado. El mimetismo de Bates, se caracteriza cuando una especie sin protección imita el comportamiento o el físico de otra especie considerada modelo, la cual se encuentra protegida de manera natural por órganos o sistemas de defensa originales, aprovechándose del temor o repugnancia que inspiran éstos en los depredadores.

Ante esto, Darwin menciona que: “El señor Bates observó también que las [especies miméticas] son comparativamente raras, mientras que las imitadas pululan en grandes cantidades y que, además, los dos grupos se mezclan.”<sup>27</sup> Este es el caso de algunas mariposas que se parecen entre sí y que viven en Malasia, donde las orugas de la *Aptrophanura*, que se alimentan de plantas de mal sabor, transmiten de esta manera un veneno a las mariposas que las autoprotegen haciéndolas repulsivas al comérselas los pájaros, vomitando inmediatamente el bocado por las sustancias que posee. Por otro lado, los gusanos de la *Papilio memnon* que se alimentan de plantas cítricas, no tienen protección aún cuando se hayan convertido en mariposas (fig. 9.16). Estas dos especies que forman parte de la familia Papilionidae o cola de golondrina, son muy similares, y son un ejemplo claro del mimetismo de Bates. Al experimentar este concepto se ha comprobado hasta qué punto era cierto dicho principio. Introduciendo diversos lepidópteros de color naranja, las mariposas que presentaban una imagen similar a las nocivas no eran tocadas por las aves, mientras que las que no se parecían, eran comidas de inmediato (fig. 9.17). Este hecho demostró que la más ligera semejanza con las especies que fueran nocivas, aportaban ventajas en la supervivencia. Analizado desde otra perspectiva, la forma de ciertos animales, como es el caso de la oruga de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) presenta, un mismo concepto formal que los anacíclicos, argumento retórico que significa “volver en sentido opuesto” (fig. 9.18). Esto es, que conservan una imagen con un mismo ordenamiento literal de los signos presentados (formas, colores, texturas, etc.) para expresar un mismo significado que permita “leerla” al derecho o al revés (ej. ANITA LAVA LA TINA, se puede leer igual desde el principio o desde el final). La imagen de esta oruga se puede interpretar de igual manera desde la izquierda que desde la derecha,



Fig 9.16. Mimetismo de Bates. Comparación entre la *Aptrophanura coon.* (izq.) con la *Papilio memnon* (der.). La mariposa de la izquierda es el modelo, mientras que la de la derecha es la mimética. Tomada de W. Wickler, 1968, dibujos H. Kacher.

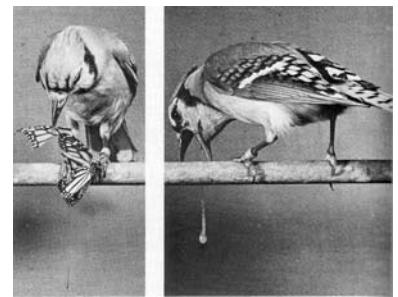


Fig. 9.17. Una urraca azul (*Cyanocitta cristata*) come por desconocimiento una mariposa monarca (*Danaus plexippus*), la cual vomita minutos más tarde debido a la toxicidad del ese lepidóptero. Foto: Lincoln P. Broker.



Fig. 9.18. Oruga de mariposa monarca (*Danaus plexippus*). Es un claro ejemplo de un anacíclico visual. Foto: Blount County, TN.

<sup>27</sup> Citado por Milner, Richard. *Diccionario de la evolución. La humanidad a la búsqueda de sus orígenes*. Ed. Vox. Barcelona, 1995. p. 451.

desorientando al depredador sobre la verdadera ubicación de su cabeza, lo que le da una cierta oportunidad para salvar su vida en el caso de que fuera atacada.

### 9.7.2. Escarabajo (*Pherosophus agnatus*) y grillo (*Grillacris sp.*)

Otro ejemplo de este tipo de mimetismo está ejemplificado por dos insectos igualmente muy interesantes. Tal y como lo observó el Dr. Wickler, el escarabajo lanzador de ácidos *Pherosophus agnatus* es imitado por el grillo *Grillacris sp.* (fig. 9.19), quien no posee ningún tipo de protección<sup>28</sup>, aún cuando cabe reconocer que el uso de los colores (pardo y ocre) de sus cuerpos son muy similares entre los dos. ¿Cómo ha hecho la especie mimética para ir modificando su estructura fisiológica e irse pareciendo al modelo? Esto podría ser contestado si consideramos a la selección natural como un factor preponderante para dar validez a la existencia de este fenómeno, al contribuir en la conservación de algunos genes que van reorientando la fisiología del animal, hacia donde se presentan mayores oportunidades de supervivencia. De ahí que el dicho coloquial de “quien quiera azul celeste, que le cueste...”, nos indica que debe hacerse un gran esfuerzo para alcanzar alguna meta deseada, si bien ese esfuerzo no es consciente, es hasta donde sabemos el resultado de reunir ciertas peculiaridades que le benefician a ese individuo para salir adelante ante las condiciones adversas en donde se desenvuelve, lo que al final permite alcanzar las ventajas de mantenerse con vida y poder reproducirse, permitiendo preservar dichas características.



Fig. 9.19. Mimetismo de Bates. Interesante similitud se percibe al comparar a estas dos especies: el escarabajo *Pherosophus agnatus* y el grillo *Grillacris sp.* Tal parece que forman parte de un mismo equipo. Tomada de W. Wickler, 1968, dibujos H. Kacher.

### 9.7.3. Oruga serpiente (*Hemeroplanes triptolemus*)

Caso extremadamente extraño y sorprendente en el uso del mimetismo de Bates, es la respuesta que se ha dado en una oruga de mariposa nocturna (*Hemeroplanes Triptolemus*) que vive en las selvas de México y Centroamérica. Ésta se caracteriza por emplear con toda claridad el concepto de “el débil se parece al fuerte”, logrando también logra modificar la imagen de su cuerpo para dejar de parecer un invertebrado apetitoso e indefenso, y dar de manera convincente la apariencia de un repulsivo vertebrado depredador. Si algo llega a tocar a esta oruga y ésta se asusta, reacciona de manera singular al alargar y curvar su cuerpo en forma de “S” para amenazar e impresionar al posible depredador (fig. 9.20). Llama igualmente la atención que al modificar la posición de su pequeño cuerpo, esta oruga permite ver el color y la textura adversa así como unas manchas extremas que parecen ojos, al enfatizar ligeramente ciertas partes de su cuerpo que se logra al alterar su proporción. Por consiguiente, cuando vemos como combina con magistral eficiencia esta forma con su conducta, esta aptitud le permite emitir el significado de una agresiva serpiente que amenaza a algún enemigo con su supuesta mirada, aunada a su convincente actuación. Otra extraordinario peculiaridad de la *Hemeroplanes triptolemus* es que en la punta de la cabeza pero por la parte adversa, podemos observar que exis-



Fig. 9.20. Cuando la oruga serpiente (*Hemeroplanes triptolemus*) de Costa Rica, se ve amenazada, modifica su imagen de débil a fuerte. Puede decirse también que emplea el concepto de “juguete transformable” para impresionar a quienes le molesten, cambiando la percepción de su forma, color y proporción en su cuerpo, así como su conducta. Foto: Stephen Krasemann (DRK Photo).

<sup>28</sup> Wickler, W. *Op. Cit.*, p. 20.

ten ciertos rasgos naturales de lo que pudiera ser interpretado como colmillos y una lengua de ese aparente reptil, enfatizando con ello más su imagen convincente aunque fraudulenta (fig. 9.21).

Encontramos asimismo que el comportamiento de esta oruga es muy similar al presentado por el esfingido *Leucorhampha ornata*, al igual que otra oruga (la *Polux labruscae*), que emplea una estrategia similar a la descrita anteriormente. Eibl-Eibesfeldt<sup>29</sup> comenta que el comportamiento de esta oruga se caracteriza también por imitar a una serpiente aunque en este caso en los dos extremos de su pequeño cuerpo, donde la "parte anterior recuerda la cabeza de una serpiente; [y] en la parte posterior el animal posee una "lengua" negra que emerge de un área negra, que el animal mueve como la lengua de una serpiente." Otro autor como M. Edmund<sup>30</sup>, también señala que este fenómeno se presenta igualmente en otros ejemplares de orugas de otras partes del mundo, como es el caso del esfingido de Malasia, *Panacra mydon*, quien presenta también unos falsos ojos en la parte superior de su cabeza para asustar a sus posibles depredadores. Es posible por tanto suponer que un concepto similar al palíndromo sea manejado indirectamente en la imagen de estos especímenes, donde sobresalga la oruga *Hemeroplanes triptolemus* por emplear con eficiencia este concepto que se caracteriza por cambiar el sentido de interpretación (Roma-Amor, Oído-Odio). Por tanto, al tener su imagen un doble sentido de lectura, cambia su significante y significado, dependiendo de las circunstancias enfrentadas: Presa inofensiva (Oruga indefensa) / Depredador agresivo (Serpiente peligrosa) en beneficio de su propia supervivencia.

#### 9.7.4. Pulpo mimético (*Mimic octopus* u *Octopus sp. 4*)

Es probable que uno de los animales más miméticos de la naturaleza no sea el camaleón, sino el pulpo, en especial el denominado pulpo mimético, de alrededor de 60 cm de largo, quien todavía está en espera de su denominación científica oficial o su nombre en latín (fig. 9.22). Esta especie fue encontrada en los mares del sureste de Asia, en las costas de Sulawesi y de Bali, en Indonesia en 1998<sup>31</sup>. Se piensa que el pulpo es uno de los animales más inteligentes del Reino Animal, y en esta especie en particular se demuestra su gran capacidad para interpretar diferentes comportamientos de otras especies que conviven a su alrededor debajo del mar, al ser en sí un excelente actor dramático. Entre las diversas peculiaridades que presenta en conjunto este cefalópodo, se encuentran tres que llaman profundamente la atención, al ser uno de esos raros animales que los posee todos a la vez: 1) La aptitud para cambiar con facilidad el color y la textura de su piel, gracias a

<sup>29</sup> Eibl-Eibesfeldt, Irenäus. *Etología. Introducción al estudio comparado del comportamiento*. Ed. Omega. Barcelona, 1979, p. 200.

<sup>30</sup> Edmund, M. *Defence in Animals, A Survey of anti-predator defences*. Longman Group. New York, 1974, pp. 171-172.

<sup>31</sup> Roach, John. "Newfound Octopus Impersonates Fish, Snakes". *National Geographic News*, Sept. 21, 2001, en: [http://news.nationalgeographic.com/news/2001/09/0920\\_octopusmimic.html](http://news.nationalgeographic.com/news/2001/09/0920_octopusmimic.html)



Fig. 9.21. Vista lateral y frontal con la parte adversa hacia arriba de la oruga *Hemeroplanes triptolemus*, que ejemplifica con eficiencia el concepto de palíndromo, que se caracteriza por modificar la interpretación del significado, al cambiar el sentido de percepción del significante (Roma/Amor, Oído/Odio). Al tener su imagen un doble sentido de lectura, éste cambia dependiendo de las circunstancias enfrentadas, tanto el significante como su significado: Presa inofensiva (Oruga indefensa) / Depredador agresivo (Serpiente peligrosa). Foto inferior: G. Gentry.



Fig. 9.22. Pulpo mimético (*Octopus sp. 4*), en actitud tranquila en el fondo del mar. Foto: Scott Johnson

ciertas células pigmentarias llamadas cromatóforos que le ayudan a modificar la tonalidad de su cuerpo en manchas negras, blancas, pardas, naranjas y en ocasiones en otros tonos oscuros. 2) La aptitud de imitar las formas de las siluetas de otros animales que le ayudan a engañar ya sea a sus predadores como a sus presas, aunado a las formas inanimadas que pudieran existir en el fondo del mar, como sería el caso de piedras y ciertos objetos naturales que se encuentren cerca de él. 3) Tal vez lo más sorprendente del comportamiento de este animal, es la gran facilidad de poder imitar la conducta y los movimientos de otros animales peligrosos, con el fin de despistar a sus enemigos, así como a otros no tan amenazadores.

Entre las especies que puede imitar con mucha facilidad, se encuentra al pez león (*Pterois spp.*), donde al nadar cerca del fondo del mar, separa sus brazos arrastrando con ello su cuerpo (fig. 9.23); al igual que al pez lenguado o platija (*Zebrias sp.*), que para ello, después de acumular velocidad mediante el uso de una especie de propulsión a chorro, junta sus extremidades para asemejar una hoja con forma de cuña, aunado a desarrollar otra técnica de nado similar a este pez plano, mediante ágiles movimientos ondulantes (fig. 9.24). Otro animal que es frecuentemente imitado, es la serpiente marina (*Laticauda sp.*) donde para ello cambia la pigmentación de su cuerpo para imitar con mayor certeza las vendas amarillas y negras de este tipo de serpiente venenosa. Asimismo enrosca seis de sus extremidades y deja libres dos de ellos para desarrollar su interpretación mimética, agitándolos en dirección opuesta para evidenciar más el significado deseado (fig. 9.25); Los científicos piensan que esta especie de cefalópodo tiene capacidad para imitar a otros animales marinos de ese entorno, como pudiera ser la anémona de arena, el camarón mantis, la medusa y la raya. No obstante están en espera de poder confirmar estas hipótesis. El hecho de poder seleccionar el pulpo mimético diversas especies que imitar, reduce con creces la posibilidad de enfrentar a otros depredadores a su especie, de ahí que pudiera algún depredador arriesgarse a sufrir algún ataque de un animal sospechosamente parecido a alguna especie venenosa.

Se piensa que este animal no se había descubierto anteriormente porque habita en un ambiente no tan atractivo como otros espacios donde hay mayor riqueza de corales, peces, así como algas que entusiasman a investigar a los submarinistas. Esto explica igualmente el porqué, ante la falta de lugares donde esconderse, haya "motivado" al pulpo mimético a reproducir ciertos comportamientos de otras especies peligrosas para defenderse, pues no habría muchos espacios naturales donde ocultarse. En opinión del investigador Tom Tregenza de la Universidad de Leeds en Inglaterra, el pulpo puede decidir qué criatura personificar dependiendo de qué particular depredador esté cerca. La evidencia de tal comportamiento vino de las observaciones que demostraban eso cuando el pulpo fue atacado por los peces payaso territoriales (*Amphiprion spp.*), al imitar a uno de los depredadores comunes de esos peces, que es la serpiente anillada del mar (*Laticauda sp.*). Con



Fig. 9.23. Pulpo mimético (*Octopus sp. 4*), interpretando con sus brazos entendidos a un pez león (*Pterois spp.*).  
Fotos: M. Norman y R. Steene



Fig. 9.24. Pulpo mimético (*Octopus sp. 4*), interpretando a un pez lenguado (*Zebrias sp.*).  
Foto: M. Norman y R. Steene.



ello, en opinión de Norman, Finn y Tregenza<sup>32</sup>, “Dos puntos sugieren que el pulpo mimético está enfocado a engañar a sus depredadores: Primero, los modelos son venenosos o peligrosos, y en segundo, que sus presas son principalmente crustáceos subterráneos y peces.” Así pues, podemos decir que si este pulpo puede figurativamente emplear de esta manera el mimetismo, también pudiéramos especular que tiene la facultad para elegir qué forma y qué estrategia deberían emplear para desenvolverse mejor ante ciertas circunstancias que se le presenten, ya sea bajo amenaza de un depredador o como caza.

Ahora bien, ¿podremos encontrar similitud de este tipo de conceptos en el diseño gráfico, donde un individuo débil se parezca a uno fuerte? Tal parece que no es del todo difícil encontrar este tipo de mimetismo en el caso del desarrollo del diseño de marcas. Este sería el caso de las marcas de Coca Cola y Cacaolat, donde la primera (siguiendo con el criterio de este mimetismo) estará en el papel de modelo, mientras que la segunda sería la mimética (fig. 9.26). Las formas de las letras de la bebida de chocolate recuerdan con gran frecuencia los atributos formales de la tipografía de la bebida gaseosa. Si bien es cierto que ésta última está enfocada hacia otra clase de producto alimenticio, es innegable el origen de donde han partido las formas de la bebida de chocolate, por tener mayor antigüedad el modelo en el mercado. Los significados connotativos de “calidad”, “tradicición”, “alegría” (entre otras), que son “comunes” en el refresco como resultado de las constantes campañas de publicidad que se han hecho en muchas partes del mundo, son expresiones que tal parece desea hacer suyas la bebida lactosa, aún cuando esta última tendría otros atributos no por ello desdeñables.

### 9.8. El mimetismo de Müller

“El fuerte se parece al fuerte”

Otro importante investigador que formó parte de los iniciadores de este campo en la etología, fue el entomólogo alemán Johann Friedrich Theodor Mueller, mejor conocido como Fritz Müller<sup>33</sup>, que nació en 1822 y murió en 1897. Al igual que Bates, también se dedicó a realizar investigaciones sobre mariposas en Brasil en la misma época (fig. 9.27). Si bien llegó a conocer los resultados de su antecesor y las incógnitas que Bates no logró concluir satisfactoriamente, en cuanto al porqué llegaban a ser confundidas dos especies distantes de mariposas repulsivas, pudo Müller determinar algunas propuestas más válidas sobre el porqué los animales depredadores necesitaban aprender cuáles, entre las probables víctimas, serían nocivas para evitarlas. En 1878, pudo publicar sus investigaciones, donde explicaban los fundamentos del comportamiento de este tipo de fenómenos, el cual ahora es conocido con el nombre de mimetismo de Müller, en reconocimiento a los



Fig. 9.25. Cuando esconde el pulpo mimético (*Octopus sp. 4*), seis de sus extremidades, las dos restantes asemejan el movimiento ondular de una serpiente marina venenosa (*Laticauda sp.*).

Foto pulpo: M. Norman y R. Steene.  
Foto serpiente: Tom Doepnner.



Fig. 9.26. Mimetismo de Bates. La similitud de las letras y la estructura formal son muy similares entre las marcas de Coca Cola y de Cacaolat, siendo la primera el modelo mientras que la segunda es la mimética.

<sup>32</sup> Norman, Mark D., Julian Finn and Tom Tregenza. “Dynamic mimicry in an Indo-Malayan octopus”. *The Royal Society*. Vol. 268, # 1478, Sept. 7, 2001, p. 1757.

<sup>33</sup> Fotografía de Müller: <http://abacus.gene.ucl.ac.uk/jim/Mim/Muller.html>

aportes científicos que él realizó. El mimetismo mulleriano se caracteriza cuando dos o más especies involucradas en la imitación, cuentan igualmente con protecciones similares, por lo que el efecto de mimetismo podrá explicarse sólo en la medida en que se logre una mejora de la eficacia en los avisos preventivos a los depredadores, quienes tras tener una mala experiencia con cualquiera de esas especies, tenderán a respetar a todos y cada uno de esos animales miméticos, obteniendo éstos por ello, un provecho recíproco<sup>34</sup>. En pocas palabras, aplicando el principio de “el fuerte se parece al fuerte”. Es por ello que un depredador (por ejemplo) de mariposas, se ve obligado a aprender y a evitar un diseño básico formal que le oriente a elegir cuál es la especie que puede o no comer. Aún cuando habría una cantidad de decesos (llamados *altruistas*), como resultado del aprendizaje de los depredadores, también es correcto decir que sería una cantidad mínima para las especies implicadas, quienes en sí contribuirían a enfatizar las desventajas de su ingestión. Por esto es probable que sería válido aplicar aquí el principio popular de: “Di con quien andas y te diré quien eres” el cual pudiera tener un fundamento conductual que coincide con el denominado “sensibilización”.

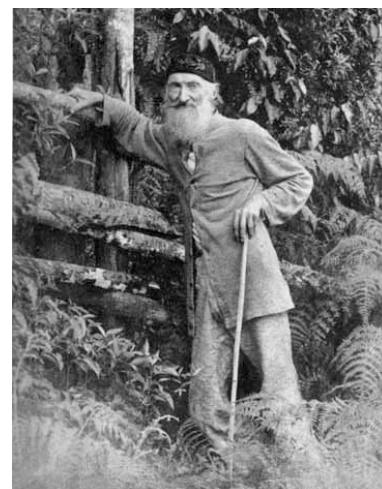


Fig. 9.27. El entomólogo alemán Johann Fritz Müller, en 1891.

### 9.8.1. Escarabajo (*Phyrocoris apterus*)

Las muestras más estudiadas en el mimetismo de Müller se manifiestan principalmente en mariposas aunque también se han extendido hacia otros animales. No obstante, habremos de interpretar de manera más amplia este mimetismo, al considerar que si bien por un lado la función principal del mimetismo es preservar a la especie, también es válido traducirlo como un atributo para proteger a cada uno de los individuos de las especies que se asemejen, de ahí que se pueda entender este concepto como un requisito que implica llevar el mismo uniforme al conjunto de los miembros que forman parte de un grupo, pues al haber muchos con la misma coloración y forma, habrá también mayor posibilidad de sobrevivir (fig. 9.28). Por tanto, la confusión es un elemento clave de este tipo de mimetismo que obligará al depredador a estar más atento de las pequeñas diferencias que distingan al modelo del imitador, aunque las dos o más especies que se agrupen bajo similitudes comunes, tendrán asimismo características nocivas o repugnantes para el depredador. Los patrones de coloración en los insectos no son demasiado variados en sus posibilidades de combinaciones, pues toda opción que se aleje de la alternancia de colores vivos sobre fondos oscuros, posibilita la menor eficiencia para transmitir el mensaje de peligro que representa esta identificación entre los insectos, tal como lo mencionan Albert Masó y Manuel Pijoan.<sup>35</sup>



Fig. 9.28. Mimetismo de Müller. Las *Phyrocoris apterus* llevan un mismo colorido con el fin de fortalecer su significado de animal peligroso o por lo menos desagradable en su sabor. Tanto el color negro junto con el rojo u otro muy vistoso, pueden significar en el reino animal “animal desagradable o peligroso”.

Sin embargo, si se considera sólo al color o sólo la forma, no serán éstos de manera individual, los únicos elementos circunstanciales para general la confusión en el depredador, pues es comprensible la reflexión de G. D. Hale Carpenter en cuanto a

<sup>34</sup> Zoología I, *Animales inferiores en Ciencias de la Naturaleza. Op. Cit.*, p. 416.

<sup>35</sup> Masó, Albert y Manuel Pijoan, *Op. Cit.*, 320 pp.

que “un pequeño grado de afinidad puede servir para recordar aunque no para engañar. Así, la oruga de la “mariposa cinabrio” (*Hipocrita jacobaea*), de color negro y amarillo, no sería confundida con una avispa aunque el parecido general así lo sugiera”.<sup>36</sup> Por tal razón sería necesario reunir ya sea el color, la forma, el comportamiento y a veces otros factores que contribuyan en conjunto, a dar mayor credibilidad a la imitación realizada para que pueda un depredador experimentado, dudar y evitar apresarlas. Según Manning, las aves aprenden a evitar con frecuencia a las orugas negra y naranjas de la polilla cinabrio, pues después de que han intentado comer una o dos de estos invertebrados, desisten al aprender que tales colores son representaciones de su mal sabor. En otras palabras, generan asociaciones de esta experiencia en cuanto a colores y su mal sabor, extendiendo tal significado a cualquier otro tipo de insecto que exhiba tales características, como son las avispas, abejas, etc., pues éstas también exponen los mismos colores naranjas y negras aunadas a franjas. Por ello menciona este autor<sup>37</sup> que “debido a esta generalización, es muy ventajoso que los diferentes insectos de sabor desagradable se parezcan unos a otros, concentrando su significado en el denominado mimetismo de Müller”.

Dentro del diseño gráfico encontramos a algunas marcas que con el paso del tiempo han ido retomando su propia identidad, pero que inicialmente por cuestiones históricas, evolucionaron de manera muy similar apegadas estrechamente a este mismo concepto mimético, esto es el que “los fuertes se asemejen”, utilizando de forma “involuntaria” varias semejanzas no sólo formales sino también compositivas, de color, incluso de nombre. Tal es el caso nuevamente de la marca de Coca Cola y de Pepsi Cola (fig. 9.29). Entre los elementos que son interesantes resaltar, están el empleo de un mismo estilo tipográfico en las altas, las cuales además del carácter caligráfico, emplean elementos ornamentales que agrupan las palabras que lo conforman, así como el empleo de dos palabras, la misma terminación (el sufijo “Cola”), el mismo color (rojo), el guión, aunado finalmente a que el tipo de bebida es del mismo sabor (refresco de cola). Desde hace ya algunos años, Pepsi ha optado por ir evolucionando de manera más rápida en su imagen, lo cual le confiere otras cualidades particulares y que se evidencian claramente en su publicidad. Caso similar son igualmente las imágenes que presentan algunos diseños de fuentes tipográficas, donde en particular las clásicas fuentes Univers (diseñada en 1957 por el diseñador suizo Adrian Frutiger) y la Helvética (diseñada en 1957 por M. Miedinger), denominadas en general como Sans Serif o de Palo seco, presentan mucha similitud en conjunto, siendo sólo percibidas sus diferencias en los textos impresos, por ojos entrenados (fig. 9.30).<sup>38</sup>



Fig. 9.29. Mimetismo de Müller. Las “coincidencias” en los logotipos de Coca Cola y Pepsi Cola, permitían beneficiarse mutuamente en determinada época, al obtener un reconocimiento mundial. Coca Cola se mantuvo, variando levemente sus formas. Pepsi Cola evolucionó de manera más drástica, incluso acortando su denominación.



Fig. 9.30. Ejemplo de mimetismo de Müller en el diseño de fuentes tipográficas, en especial la letra a en las fuentes Univers 65 (arriba) y Helvética bold (abajo).  
Diseño Univers: A. Frutiger.  
Diseño Helvética: M. Miedinger.

<sup>36</sup> Carpenter, Hale, G. D. *Mimetismo*. Ed. Acme Agency, Soc. de Resp. Ltda. Buenos Aires, 1949, p. 28.

<sup>37</sup> Manning, Aubrey. *Introducción a la conducta animal*. Op. Cit., p. 313.

<sup>38</sup> Blackwell, Lewis. *La tipografía del siglo XX*. Ed. Gustavo Pili, Barcelona, 1993, 256 pp.

## 9.9. El mimetismo de Peckham

“El fuerte no parece fuerte”



Fig. 9.31. Anuncio de automóvil italiano que es representado metafóricamente como un lobo con piel de oveja, con el cual se da la idea de que por fuera puede verse débil, pero por dentro es muy fuerte. Diseño: Neil Godfrey y Alan Brooking.

El mimetismo peckhamiano, conocido también como el mimetismo agresivo o de ataque, fue desarrollado por G. W. Peckham hacia 1883. Éste se basa en el “disfraz” que emplea un depredador entre los miembros de un grupo con el fin de pasar desapercibido, empleando para ello una serie de características que son aceptadas y comunes entre esa sociedad. Tal como lo menciona W. Wickler, “esa forma de mimetismo se basa en el camuflaje que efectúa un espía introduciéndose en medio de un grupo de miembros inofensivos”<sup>39</sup>; también es interpretado de esta manera cuando se observa que un depredador toma la apariencia de algo inofensivo para que su víctima se le acerque o no huya ante su presencia, y después pueda aprovecharse del él. Es común encontrar este mismo concepto en la literatura al hacer mención del lobo con piel de oveja (fig. 9.31), donde independientemente de la idea que signifique, es en pocas palabras una imagen que refiere que “el hábito no hace al monje”.



Fig. 9.32. Mimetismo de Peckham. El molusco *Lampsilis ovata ventricosa*, simula la visita de un pez con sus vellosidades hasta en minúsculos detalles, a grado tal que se llega a interpretar sus “ojos” con las formas de los ocelos. Foto: USGS FS-044-99.

### 9.9.1. Molusco (*Lampsilis ovata ventricosa*)

Si bien pudiera parecernos extraño, las condiciones de este tipo de mimetismo se manifiesta también debajo del mar. Como ejemplo inicial podemos citar al molusco *Lampsilis ovata ventricosa*<sup>40</sup>, quien empieza su vida como parásito de otros peces (fig. 9.32). Las hembras de este molusco, simulan con las vellosidades superiores de su concha, un apéndice con forma de pez, imitando no sólo con un perfecto contorno, sino incluso con los “ojos” y los movimientos ondulantes propios de un pez debido a las corrientes submarinas. Cuando un pez devorador se abalanza sobre el presunto pez víctima, la madre molusco insufla sus crías dentro de las agallas del pez visitante que se ha acercado, convirtiéndolos desde ese momento en parásitos del “depredador” hasta que crezcan y lleguen a abandonarlo para continuar con su propia vida<sup>41</sup>.

<sup>39</sup> Wickler, W. *Op. Cit.*, p. 123.

<sup>40</sup> Fotografía de *Lampsilis ovata* en: <http://water.usgs.gov/pubs/FS/FS-044-99/html/fig02.html>

<sup>41</sup> Wickler, W. *Op. Cit.*, pp. 135 a 138.

### 9.9.2. Chinche asesina (*Salyavata variegata* o *Salyavata macmahanae*)<sup>42</sup>

Varios autores<sup>43</sup> hacen referencia del trabajo investigado por la Dra. Elizabeth McMahan, quien descubrió entre los bosques húmedos tropicales de Costa Rica a una especie de chinche asesina (*Salyavata variegata* o *Salyavata macmahanae*), que habita desde las selvas de México hasta el sur de la región del Amazonas (9.33). Este insecto depredador se vale de varios trucos muy impresionantes y sorprendentes para poder conseguir su alimento, consistente en comerse a las termitas *Nasutitermes* obreras, quienes hacen su nido de cartón semejantes a formas ovoides, en la parte superior de los troncos de los árboles. En opinión de esta investigadora, dos adaptaciones son de llamar la atención. El primero es que el insecto cubre su cuerpo con cierto material a su alcance que ha raspado con sus patas traseras, pegándolas a su cuerpo. El segundo es que emplea una técnica muy singular sólo percibida entre los mamíferos superiores con un alto grado de encefalización, en particular los chimpancés, con la cual captura a sus presas<sup>44</sup>. Este “inteligente” insecto, llega a adherirse a su cuerpo a manera de disfraz, pequeños fragmentos de madera parcialmente digerida llamadas cartón, que las termitas usan para construir sus termiteros (fig. 9.34), con el fin de transmitir el mismo olor con que están impregnados los miembros del termitero, siendo los sentidos olfativo y táctil, dos de los más importantes para estos insectos. Después de acercarse a la entrada del termitero, espera a que las termitas soldado la acepten sin agredirla, arrastrando posteriormente con sus patas, que funcionarían como Velcro, a una termita obrera para matarla con una mordedura y succionar tranquilamente sus órganos semifluidos internos, dejando únicamente el dermatoesqueleto (fig. 9.35).

Si esto de por sí ya es sorprendente, lo que continúa sobrepasa nuestro pensamiento habitual, pues después de haberse comido a la termita, introduce el dermatoesqueleto vacío por alguna de las aberturas y empieza a moverlo de manera suave, hasta que siente que otra termita obrero lo ha percibido e intenta introducirlo al termitero para recoger el cuerpo o deshacerse de él en algún otro lado, de acuerdo a su instinto de “asear” el lugar. Pero cuando ha sido sujetado, entonces la chinche levanta los dos cuerpos y se come a la segunda termita, continuando con éxito esta estrategia de “pesca” de termitas, por más de ¡treinta veces!, antes de retirarse con su



Fig. 9.33. El camuflaje de la chinche asesina de termitas, consiste en pequeños pedazos del exterior del termitero, que el insecto va raspando a lo lejos de la entrada y adhiriéndolos sobre su cuerpo. Foto: Raymond A. Mendez

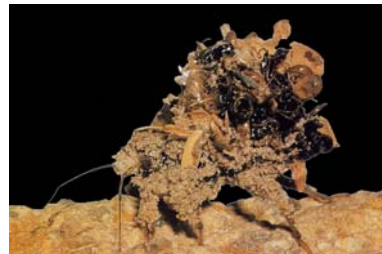


Fig. 9.34. Mimetismo de Peckham. Chinche asesina, con camuflaje formado de granos de arena, trozos de hojas y exoesqueletos de hormigas. Foto: Alan Blank.

<sup>42</sup> Algunas fuentes citan que tal descubrimiento le mereció el honor a la Dra. McMahan de aportar su nombre a esta especie de chinche asesina, al ser informada por el taxodermista holandés Pieter van Doesburg, quien le solicitó permiso de utilizar su apellido para denominar a esta nueva especie de insecto latinoamericano descubierta 20 años antes. Westrom, Michelle. *Dr. Elizabeth McMahan. Carolina Meadows Resident Discovers Bug* en: [http://www.carolinameadows.org/n\\_a\\_events/apr02.html](http://www.carolinameadows.org/n_a_events/apr02.html)

<sup>43</sup> Griffin, Donald, R. *El Pensamiento de los animales*, Ed. Ariel, Barcelona, 1986, pp.159-160; en Attenborough, David. *La Vida a prueba*. Plaza & James. Barcelona, 1990. P. 182, así como en *Secretos del Mundo Animal*, Ed. Reader's Digest, Milan, Italia, 1996, p. 169.

<sup>44</sup> McMahan, E. A. "Bugs Angle for Termites". *Natural History*, Vol. 92, no. 5, 1983. pp. 40-47.

apetito satisfecho, y sin haber sido percibida por las termitas soldado. Así pues, cita Elizabeth McMahan<sup>45</sup> que “Después de injerir a su 31ª víctima, el insecto con su abdomen dilatado, daba vuelta y caminaba lejos del sitio de hostigamiento a un punto oculto bajo el margen del nido.”

### 9.9.3. Gusano Trematodo (*Leucochloridium macrostomum*)

Conforme más profundicemos en la naturaleza, más nos asombramos de las increíbles maravillas que podemos encontrar en el desarrollo conductual de diversas especies. Si bien estos atributos pueden manifestarse en muchos animales, sobresalen con frecuencia los más pequeños, que en frecuentes ocasiones pudiéramos despreciar y minimizar al desconocer sus peculiaridades. Ante esto, una especie singular que nos llama en gran medida la atención, es el trematodo (*Leucochloridium macrostomum*). Con este nombre se llega a identificar a un extenso grupo de platelmintos de conducta parasitaria, entre los cuales existe un grupo que se desenvuelve en el interior de los intestinos de varias aves canoras. Para poder sobrevivir, este gusano ha adquirido ciertos sistemas para mantenerse con vida al aprovechar al azar algunas oportunidades que completan su ciclo de vida. Distribuido en los bosques del norte de Europa, el trematodo convive dentro de muchas aves pequeñas como el papamoscas y el zorzal donde es común encontrarlo en los intestinos de sus cuerpos.

Podemos decir que el ciclo biológico de este parásito se inicia al caer al suelo con las deyecciones de los pájaros. En ocasiones éstas llegan a caer entre las hojas de diversas plantas, donde pudiera haber caracoles de distintas especies, entre ellos el Succinea, que se caracteriza por poseer una concha un poco alargada, el cual al pasar sobre los excrementos estos parásitos son absorbidos por este gasterópodo. David Attenborough<sup>46</sup> menciona que al estar los pequeños huevos “dentro del caracol, salen de ellos pequeñas larvas nadadoras que atraviesan las paredes del intestino para ir al hígado; allí se reproducen y forman quistes móviles que cada mañana se dirigen a los tentáculos del caracol” (fig. 9.36). Como sabemos, los tentáculos son por lo general finos, hasta que los parásitos llegan a introducirse a ellos, formando un incremento en su maza aunado a que la superficie de la piel queda tan delgada que se presenta transparente, percibiéndose con facilidad el gusano en su interior al presentar bandas amarillas, naranjas y marrón oscuro. Aunado a ello, este parásito llega a latir en el interior de los tentáculos, con lo cual hace que se le perciba con mayor facilidad. Llama la atención que la presencia de este gusano en el cuerpo del caracol, llegue a modificar de manera casi radical su conducta, a tal grado que prefiera permanecer al descubierto mucho más tiempo a la luz del sol, en lugar de ocultarse entre la hojarasca al amanecer. Las mismas franjas pulsantes de colores que se perciben en los tentáculos, llaman más la atención a los pájaros, probable-



Fig. 9.35. Una chinche asesina, se alimenta succionando los líquidos internos de una termita capturada sin llamar la atención de las termitas soldados ni de las obreras.  
Foto: Raymond A. Mendez.



Fig. 9.36. Los huevos del parásito Trematodo (*Leucochloridium macrostomum*), es absorbido por el caracol al pasar por las heces de los pájaros. Ya como larva, éstos se ubican posteriormente en sus tentáculos presentándose de manera muy llamativa.  
Foto: Richard Kirby / Oxford Scientific films.

<sup>45</sup> McMahan, E. A. “Bait-and-capture strategy of a termites-eating assassin bug”. *Insectes Sociaux*. Vol. 29, no. 2 bis. Paris, 1982, pp. 346-451.

<sup>46</sup> Attenborough. David. *La Vida a Prueba. Op. Cit.*, p. 182.

mente por parecerse a alguna oruga, un alimento habitual de las aves (fig. 9.37).

Al desarrollarse dentro del caracol el trematodo, éste va creciendo sus esporozoos ramificados y móviles en las antenas de tal manera que llegan a ser muy llamativos para las aves al confundir los tentáculos con larvas comestibles. Tal fenómeno, conducen a que las aves desciendan desde lo alto, y arranquen de manera brusca los tentáculos del caracol para comerse los o que se los lleven para comer a sus críos. Así pues ante esta nueva circunstancia, otra vez los parásitos llegarán a crecer en un ambiente adecuado para desarrollarse, y en un momento dado, ser expulsados a través de las evacuaciones del pájaro siendo nuevamente recogidos por otra generación de caracoles. Wolfgang Wickler<sup>47</sup> hace una interesante reflexión sobre el tipo de comportamiento que hace este gusano al citarla en sus investigaciones sobre mimetismo: “Algunos animales se camuflan para no llamar la atención, mientras que otros procuran hacerse muy llamativos para evitar ser devorados, sea o no comestibles. En cambio, el esporozoito del *Leucochloridium* se hace llamativo para ser devorado, lo cual es muy lógico en un endoparásito y constituye un caso poco corriente de mimetismo agresivo.”

Tristemente estos ejemplos agresivos no son tan extraños en el diseño presente en la sociedad humana. Con frecuencia nos encontramos “soluciones de diseño” en muchas ciudades que en lugar de responder como una auténtica solución que amigne el problema enfrentado, lo promueven en otro sentido. Muchos profesionistas vinculados con la actividad del diseño no consideran las necesidades integrales, presentando sólo respuestas parciales de su área, aunado a los “terroristas del diseño urbano” que contribuyen a afectar cualquier ciudad, donde el principio de caos es la base de su existencia. De esta manera se llega a promover con frecuencia un fenómeno parasitario que afecta al entorno urbano, resultando un fomento a la contaminación visual que nos aqueja a todos. Conviene destacar ahora, que el predominio de este tipo de mimetismo se manifiesta de manera sobresaliente en representaciones gráficas (o en cualquier otro tipo de diseño), que posean la intención de engañar de manera dolosa al perceptor. En principio pudieran aparecer en las marcas pirata, generadas por personas sin escrúpulos que llegan a utilizar esta estrategia para aprovecharse de la buena imagen que tuviera alguna marca en particular: (SONY vs. Soni). De igual manera llega a veces a caer en los ámbitos de delito federal, al presentarse en falsificaciones de documentos de valor, sea como billetes, estampillas postales<sup>48</sup> (fig. 9.38) u otros. Aunque también pueden presentarse ocasionalmente sólo como una broma simple<sup>49</sup> para hacer alguna inocentada (fig. 9.39). Desgraciadamente no siempre es así.



Fig. 9.37. Ejemplos de caracoles sin y con parásito trematodo en sus antenas, así como una ilustración de este parásito en forma aislada. Ilustración: H. Kacher.



Fig. 9.38. Mimetismo de Peckham. Ejemplo de estampillas falsificadas. Las estampillas de la izquierda son las originales, mientras que las de la derecha son las falsificadas.

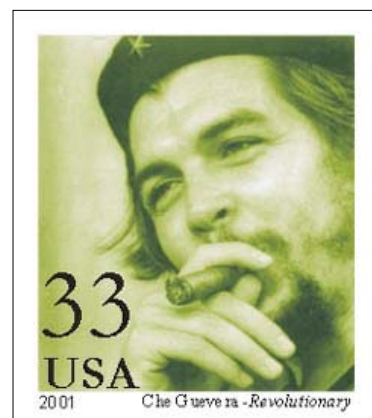


Fig. 9.39. Estampilla estadounidense del Che. Falso reconocimiento.

<sup>47</sup> Wicker, Wolfgang. *El mimetismo en las plantas y en los animales*. Op. Cit., p. 134.

<sup>48</sup> Estampillas postales falsificadas: <http://inicia.es/de/filatelia/>

<sup>49</sup> Estampilla del Che: <http://pyromedia.org/projects/forgery/>

## 9.10. El mimetismo de Mertens

“El fuerte se parece al débil”

Este tipo de mimetismo fue descubierto y desarrollado por el herpetólogo alemán Robert Mertens hacia 1956. Este atributo se caracteriza porque el imitador es quien se presenta como la especie nociva, más no el modelo. Pero, ¿por qué es en este caso el imitador la especie nociva? ¿Qué gana un animal agresivo siendo imitador de uno dócil? La respuesta, argumentaron sus investigadores, y en especial Mertens, se apoya en ciertas ventajas que ampliaron la interpretación del campo del mimetismo. Ante esto, surge la pregunta de que si esto es así, ¿cuál de todas la serpientes saldría ganando con esta peculiaridad?

### 9.10.1. Serpientes coralillo (*Micrurus fulvius* / *Simophis rhinostoma*)

La serpiente coralillo (fig. 9.40), de la cual existen muchos ejemplares similares por ser éste un término colectivo que se da a ciertas serpientes de América, ostentan anillos de colores combinados de negro, rojo y amarillo (en ocasiones se presenta un amarillo muy claro, que llega a ser confundido con el color blanco), admitiendo con ello que el empleo de esta coloración poseen la función de asustar e indicar qué clase de serpientes son. Por lo general, las serpientes que sí son venenosas, se les denomina *coralillos* propiamente dicho, mientras que las inofensivas se les llama *coralillos reales*.<sup>50</sup> Hay un grupo más que está entre las dos anteriores, que posee un veneno medianamente peligroso y que puede aprovecharse de esta situación.

De acuerdo a investigaciones que desarrolló Mertens, existen ejemplares de serpientes tóxicas mortales como la *Micrusus* (*Elapidae*) y otras serpientes no venenosas como la *Lampropeltus* y la *Pliocerus* (*Colubridae*). Empero, también hay otros miembros de la *Colubridae* que son moderadamente venenosas como los integrantes de los géneros *Rhinobothryum*, *Ethrolammprus* y *Pseudoboa*, todas ellas muy similares en las formas y colores en sus anillos. Mertens sugirió que las serpientes moderadamente tóxicas podrían ser realmente el modelo, en comparación con los otros ofidios. Si las serpientes moderadamente venenosas mordieran a un animal de rapiña, éste enfermaría y aprendería a evitar a serpientes semejantes en el futuro. Pero si quien mordiera a un animal de rapiña fuera una serpiente de veneno mortal, esta presa moriría y nunca tendría una oportunidad para aprender. Por tanto, la propuesta de Mertens fue que las serpientes moderadamente tóxicas (lo suficiente para defenderse y protegerse) son realmente el modelo, y ambas, las serpientes venenosas (para depredar al acercarse mucho a las víctimas sin que lleguen a escapar) y las no venenosas (para protegerse) son las miméticas.



Fig. 9.40. Mimetismo de Mertens. La similitud de formas entre las serpientes coralillo, se evidencian entre las especies *Lampropeltis doliata annulata*, (arriba), la *Micrurus fulvius* (centro), y la *Micruroides euryxanthus* (abajo). Los colores llamativos (denominados “aposemáticos”) constituyen un “arma secreta” con los que indican “soy peligroso”, sirviendo por tanto de protección.  
Ilustración: H. Kacher.



Fig. 9.41. Mimetismo de Mertens. La Coralillo *Simophis rhinostoma* es inofensiva, mientras que la coralillo *Micrurus fulvius*, es venenosa. Ambas son serpientes imitadoras, no modelos.

<sup>50</sup> Mientras que W. Wickler, *El mimetismo en las plantas y en los animales*. Op. Cit. p. 111, las llama “coralillos reales”, en *Secretos del mundo animal*, Op. Cit. p. 229, las denominan “falsas coralillos”. He optado por seguir el pensamiento de Wickler.



Esta situación es llamada por tanto mimetismo mertensiano<sup>51</sup> (fig. 9.41).

¿Cómo se manifiesta en el diseño gráfico tal mimetismo? Partiendo de la premisa que nos indica que la imagen que tendrá un ejemplar será al principio positiva, y que en cierto tiempo o en la primera oportunidad se evidenciarán las verdaderas intenciones del mismo, dentro de este campo el ejemplo más palpable se puede representar con el significado positivo de un signo y que con el paso del tiempo se evidencien los verdaderos propósitos que justificaban su doble imagen. A veces los ejemplos más claros pueden ser recordados por algún partido político que ha estado en el poder, y que al final de su gestión van reluciendo sus acciones negativas; caso particular fue la fuerte campaña<sup>52</sup> que generó en Alemania, el Partido Nacional Socialista en los años treinta, con la cual se trató de fortalecer la identidad del pueblo y de ganar la confianza de la sociedad alemana (fig. 9.42). Las consecuencias son por todos conocidos. Otros ejemplos pueden estar vinculadas con empresas o instituciones que presentaron en un principio una buena imagen en los servicios que ofrecían a la sociedad, y que en determinado momento, se aprovecharon de la buena fe de las personas que las siguieron, demostrando en particular que habrá que tomar mucho en cuenta que “no todo lo que brilla es oro”.

### 9.11. Mimetismo críptico o camuflaje

“La esencia está adentro, no afuera”

Una premisa básica en el estudio del camuflaje, es la que cita que cada animal que emplee el mimetismo críptico como técnica de protección, ha de optar por dos alternativas para no ser percibido: 1) Poseer la capacidad para modificar el color de su piel, como es el caso de varios animales (p.e. la araña cangrejo hembra *Misumena varia*, que ajusta su color al del centro de la flor donde se posa, haciéndose llegar un colorante líquido desde sus intestinos hasta su piel para modificar su pigmento sea de amarillo a blanco o viceversa, así como el camaleón o el pulpo, entre otros) (fig. 9.43). 2) Buscar un ambiente apropiado para coincidir su pigmentación, donde la mayoría de los animales optan por esta alternativa. Esto es, “Adaptar su color al fondo o bien buscar un fondo que cuadre con su color.” Este concepto enunciado por Wickler<sup>53</sup>, explica en pocas palabras la esencia de cómo funciona el camuflaje.

Probablemente el camuflaje o el ocultamiento críptico sea el tipo de mimetismo más reconocido por el hombre, aunque al mismo tiempo, uno de los más extraños en su naturaleza por estar compuesto por varios principios que poco a poco han sido descubiertos y analizados en su funcionalidad. Sabemos que el mimetismo críptico se caracteriza en confundir básicamente a cualquier organismo con algún atributo del ambiente



Fig 9.42. Mimetismo de Mertens. Desde hace muchos años, algunos partidos políticos crean un buen significado de su imagen a través de importantes campañas de propaganda, con el fin de ganar la confianza de la sociedad, mediante la imagen, la identidad y los mensajes que emiten. El texto dice: “Construye posadas juveniles y albergues”. Diseñador: Hamburg Witte.



Fig. 9.43. La araña *Misumena varia* segrega desde sus intestinos ciertos colorantes que permiten ajustar el color de la piel a su entorno habitual. Foto: Natural History Photographic Agency

<sup>51</sup> [http://fig.cox.miami.edu/Faculty/Tom/bil101sp99/23\\_mimicry.html](http://fig.cox.miami.edu/Faculty/Tom/bil101sp99/23_mimicry.html)

<sup>52</sup> Heller, Steven. *The Swastika / Symbol beyond redemption?*, Ed. Allworth press, New York, 2000, 168 pp.

<sup>53</sup> Wickler, Wolfgang. *El Mimetismo en las Plantas y en los Animales. Op. Cit.*, p. 54.

o con alguna cosa, no viviente de su entorno. Al tener en claro que cualquier especie debe presentar ciertas conductas que le permitan mantener su vida, ya sea haciendo frente a algún depredador o en caso contrario eludirlo, las mismas condiciones evolutivas le han permitido presentar determinados atributos que le ayudan a salir adelante, eliminando o escondiendo su simetría bilateral y equilibrio formal elemental para confundirse con las irregularidades del ambiente donde generalmente habita.

Hablando en términos generales, el mimetismo críptico puede presentar en el cuerpo del animal, luces y sombras que obstaculizan la continuidad de su silueta general, entrando en este último caso en una especie de mimetismo disruptivo, confundiendo la piel del animal con el entorno donde se desenvuelve. ¿Cuáles serían esas propiedades? Éstas serían: 1) Manchas. Que están formadas por espacios irregulares que rompen las líneas del contorno del animal, generando superficies con formas coralinas. Este tipo de solución es también conocido con el nombre de principio de Arlequín. Ejemplo de este tipo de camuflaje es el que aparece en algunos toros y vacas Holstein, así como en algunos caballos Pintos (*Equus spp.*), entre otros. 2) Bandas o rayas. Presentan colores intensos al atravesar por completo el cuerpo del animal, y que al encontrarse el animal en un espacio oscuro, las tonalidades oscuras de la noche o las sombras contribuyen a esconderlo, mientras que si está en un espacio iluminado, los colores claros le ayudarán a ocultarlo, como es el caso del zorrillo (*Conepatus mesoleucus*), o el pez payaso (*Amphiprion bicinctus*), etc. Éste es igualmente conocido como el principio del Bicolor. 3) Círculos y barras de color. Las pieles que exhiben estas características, inducen a interpretar dichos espacios como derrames visibles desde una zona del cuerpo hacia la otra, al presentarse en el cuerpo, patas, cuellos, o alas, a fin de no delatar a su propietario. Esta solución eficiente consiste de igual modo, en emplear el principio de *salpicadura*, que concede una ruptura en la continuidad de la forma del animal al flexionar la imagen en sus miembros articulados. Un ejemplo de este tipo de mimetismo, sería la piel del guepardo o cheetah (*Acinonyx jubatus* o *Cynailurus jubatus*). 4) Texturas visuales. Se presentan de manera integral en toda la piel sea mediante puntos, líneas o manchas con las cuales se fractura el contorno general del animal, aunado a ciertos detalles que pueden ser interpretados como zonas más iluminadas o resplandores de luz sobre una superficie, contribuyendo a ocultar más su cuerpo. Ejemplos de este tipo de camuflaje es el que presentan la cebra (*Equus burchelli*), el tigre (*Panthera tigris*), el jaguar (*Panthera onca*), entre otros. 5) Marcas de encubrimiento. Exhibidas en múltiples especies de animales mediante el uso de franjas, manchas o círculos, esta propuesta permite ocultar sus ojos a manera de antifaz o máscara, concediendo al individuo una imagen anónima y confusa que dificulta en la noche su reconocimiento. Tal parece que los ojos llegan a ser una de las partes del cuerpo que más ayudan a expresar las supuestas intensiones de cada animal, de ahí que si se les pueda ocultar, habría en cierto sentido un mayor porcentaje de pasar desapercibido tanto en el papel de depredador como de presa, aunado a la posibilidad de permitirles ver mejor en ambientes de iluminación variable (sea en la



Fig. 9.44. Los anillos oscuros que circundan la cara del mapache consideran la nariz como el punto central para ocultar sus ojos.  
Foto: David Blevins.

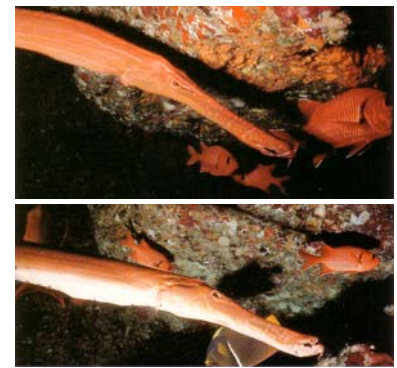


Fig. 9.45. Efecto de contrasombreado del pez trompeta. Al iluminarlo por arriba se ve plano con un sólo color, pero al iluminarlo desde abajo se ven las dos tonalidades que lo componen.  
Foto: Image Bank / Ocean Images.



Fig. 9.46. El tapir asiático (*Tapirus indicus*) presenta diferente camuflaje tanto de pequeño como de adulto para evitar ser visto tanto en la noche como en el día.

noche como en el día). Algunos animales como los mapaches (*Procyon lotor*) (fig. 9.44), los osos panda (*Ailuropoda melanoleuca*), los tejones (*Meles meles*), y ciertas aves y peces, entre otros, poseen esta particularidad. 6) Contrasombreado. El principio básico de esta propiedad se basa en enfatizar el lado habitualmente iluminado del animal, mediante una tonalidad más oscura para que se neutralice esa cara y pierda su voluminidad. En otras palabras, en lugar de fragmentar la imagen de esa especie, se neutraliza haciéndola más plana. De esa manera no se le llega a percibir fácilmente. Para esto, nos comenta Desmond Morris<sup>54</sup> que “Un antílope de colores uniformemente ocre, situado en un entorno de tonalidades igualmente ocre, resultaría fácil de distinguir, porque los rayos del sol, al derramarse sobre su dorso, iluminarían esta región más que los costados y mucho más que el vientre”, de ahí que no se percibiría con facilidad con el contrasombreado, a menos de que estuviera en movimiento. Este ejemplo se presenta igualmente en otros animales, como es el caso de algunas orugas e incluso algunos peces (como el pez trompeta) (fig. 9.45). 7) Similitud de colores. Este tipo de camuflaje es con mucho el más sencillo de todos los existentes, pues simplemente consiste en la imitación tonal de la piel del animal con el color predominante del ambiente en donde frecuente habitar. Esto es, la figura y el fondo del mismo color, presentándose distintos lapsos de tiempo para su exhibición: A) Permanente. Por ejemplo el oso polar que habita de manera constante en el entorno blanco de la nieve. B) Edad. Es el caso de ciertas especies, como los gamos (*Cervus dama*) que presentan puntos alrededor de su cuerpo, o el tapir asiático (*Tapirus indicus*), que presenta líneas y puntos como camuflajes cuando son críos, cambiándolos cuando son mayores<sup>55</sup>. (fig. 9.46). C) Estación. Como es el caso del ya mencionado perdiz nival (*Lagopus mutus*), quien cambia la tonalidad de su piel dependiendo de la estación o temporada en que se encuentre: marrón en temporada de verano, y blanco en temporada de invierno. D) Variable. Donde se presentan los cambios en la tonalidad de la piel de ciertas especies, las cuales tardan en ajustarse a las condiciones del ambiente desde algunas horas hasta varios minutos. Este sería el caso del lenguado o del camaleón (*Chamaeleo calyptratus*)<sup>56</sup> (fig. 9.47). E) Versátil. Que ajusta en muy pocos segundos la tonalidad y la textura de su piel a las condiciones inestables del medio ambiente, debido a los atributos naturales de sus células fotocromáticas (cromatóforos) existentes en el pulpo, el calamar y la jibia. 8) Imitación de objetos. En este caso se presenta una imagen completamente diferente a la



Fig. 9.47. El camaleón (*Chamaeleo dilepsis*), ajusta el color de su piel no sólo por cuestiones de camuflaje a su entorno, sino también por estados emocionales. Foto: W. Henkel.



Fig. 9.48. La melena del león (*Panthera leo*), le ayuda a percibirse como parte del entorno debido a la forma y al color de sus pelos, ocultando sus ojos entre los secos pastizales. Foto: Gregory Soury / Planet Earth.



9.49. El dragón de mar (*Phycodurus eques*) se esconde entre las algas para pasar desapercibido. Foto: Mantis Wildlife.

<sup>54</sup> Morris, Desmond. *El arte de observar el comportamiento animal*. Op. Cit., p. 46.

<sup>55</sup> Recordemos que este tipo de camuflaje es similar al presentado por el pez ángel emperador (*Pomacanthodes imperator*) mencionado en el Cap. VII.

<sup>56</sup> Habrá que recordar que en estos animales, el color de su piel cambia debido a las células fotocromáticas, no sólo para confundirse con el medio, sino también por cuestiones emocionales y de sensibilidad, sea para cortejo, rechazo, miedo, defensa de su territorio, mantener su temperatura, etc. Ebony Jones. “Veiled Chameleon”, en *Smithsonian National Zoological Park*: <http://nationalzoo.si.edu/Animals/ReptilesAmphibians/Facts/FactSheets/Veiledchameleon.cfm>

habitual en esa especie, tales como tierra, piedras, hojas, hierba, espinas, flores, ramas, troncos, e incluso excremento o cualquier otro elemento por extraño que sea, que haga parecer al animal lo que realmente no es. Por ejemplo la melena de un león (*Panthera leo*) le hace parecerse a los matorrales de la sabana (fig. 9.48), o las protuberancias del cuerpo del dragón de mar (*Phycodurus eques*), le permiten aparentar los rasgos de trozos de alga marina flotante (fig. 9.49), entre otros. 9) Imitación de partes del cuerpo. En este caso, los animales que presentan esta peculiaridad, llegan a copiar (por cuestiones de selección natural obviamente) formas que se parecen a ojos llamadas ocelos (como en la oruga *Ophideres fullonica* o en la mariposas nocturnas *Fulgora laternaria*) (fig. 9.50), aludiendo los órganos visuales del depredador (buhos, zorros, etc.) de su depredador (aves, reptiles, etc.), así como en los peces (*Notoperus chitala*) y en la tortuga de Birmania (*Tryonix hurum*) y a cabezas, como lo hemos referido con la mariposa de "doble" cabeza Tecla (*Nesiostrymon calchinia*), y en la serpiente de cabeza falsa (*Cylindrophis rufus*), entre otras especies.



Fig. 9.50. Los ocelos presentados en los extremos de las alas de la mariposa nocturna *Fulgora laternaria*, contribuyen a asustar a sus depredadores.  
Foto: Bruno Balestrini.

### 9.11.1. Pez lenguado (*Solea solea*)

Los peces lenguado así como las platijas forman parte de los llamados peces planos (fig. 9.51). Éstos, además de extraños son como muchos lo saben deliciosos. Los adultos tienen cuerpos gruesos, comprimidos y muy delgados de manera lateral que los ha obligado por su misma evolución y selección natural a ubicar sus ojos en un mismo lado al percibirlos de perfil. Prácticamente se encuentran en todos los océanos del mundo, tanto en aguas dulces como salobres. Las platijas pueden presentar sus ojos tanto del lado derecho (familia Pleuronectidae), como del izquierdo (familia Bothidae)<sup>57</sup>. Es interesante mencionar que cuando nacen las platijas, los jóvenes se diferencian poco de los demás peces. Sin embargo conforme va creciendo la larva, se le empieza a inclinar y trasladar paulatinamente uno de sus ojos hacia un lado de su cabeza. El ojo izquierdo se traslada en las platijas diestras y el derecho en las siniestras, presentando un color blanquecino en el lado que se ha convertido en la "base" de este pez. De igual forma, la parte delantera del cráneo de este pez presenta las mandíbulas torcidas en una posición oblicua. Como si fuera una obra cubista del propio Picasso, esta forma extraña presenta evidentemente un lado que permanece ciego a la percepción visual (fig. 9.52). Este tipo de pez es uno de los más extraordinarios artifices para ajustarse a las condiciones pictóricas que se presentan en la superficie del mar. Aún cuando tarda un tiempo en realizar esos ajustes que abarcan no sólo las condiciones formales sino también las del pigmento, tal aptitud le ayuda en gran medida a pasar desapercibido en muchos de los lugares donde habita, a partir de la facultad de modificar con relativa facilidad las condiciones de su piel mediante unas células fotocromáticas, las cuales están profundamente ramificadas y que permiten imitar los colores de la superficie donde



Fig. 9.51. El efecto de invisibilidad se manifiesta de manera plena en un pez lenguado (*Solea solea*) de 11 cm, requiriendo sólo unas horas para adaptar su piel a las condiciones de la superficie en donde se encuentre, siendo visto solamente si llega a cambiarse bruscamente el fondo.  
Fotos según W. Wickler.

<sup>57</sup> Pastón, John R. y Eschmeyer, William N. Peces. *El mundo de los animales*. Nacional Geographic Society. RBA Publicaciones, Barcelona, 1998, pp. 225-228.

se encuentra. Este tipo de fotorreceptores, son los mismos que se manifiestan en algunos cefalópodos (pulpos, calamares y jibias), así como en otras especies, ayudando a modificar con relativa rapidez el color de su piel. Es interesante notar que estas células pigmentadas, se presentan tanto en vertebrados como en invertebrados en forma estrellada.

Los cambios rápidos del color en la piel de varios animales, dependen en gran medida de la concentración o dispersión de los pigmentos del cromatóforo, causados por alguna excitación nerviosa, que hacen por tanto instantánea la respuesta de su cambio; mientras que si se presenta de manera lenta, es debido al aumento de cromatóforos o a la síntesis y destrucción de los pigmentos, por adaptar la piel del animal a algunas condiciones especiales del entorno. Como tan acertadamente ha expresado Wolfgang Wickler<sup>58</sup>, la invisibilidad del lenguado es sorprendente en gran medida por su gran facultad para pasar desapercibido en el fondo del mar, necesitando sólo algunas horas para adaptarse con gran similitud al ambiente donde se ha ubicado en el fondo del mar. A pesar de que sea cierto que precisen de la acción de sus ojos para realizar esta igualdad de color, no requieren ver su propio cuerpo para percibirle con exactitud en dicho fondo, aún cuando si se les llega a cambiar repentinamente el color del fondo a uno oscuro, este pez se llega a hacer visible. Su gran capacidad para obtener la misma tonalidad es el resultado de un complejísimo acoplamiento del sistema nervioso, donde sus ojos juegan un papel preponderante para percibir las condiciones del fondo marino.

### 9.11.2. Cangrejo decorador (*Oregonia gracilis*)

Existen en el mundo marino, una gran cantidad de cangrejos que se caracterizan por poseer como peculiaridad manchas o dibujos particulares que los distinguen de otras especies. No obstante, hay igualmente otros cangrejos denominados decoradores de la familia de los Májidos (Májidos), conocidos igualmente como araña de mar, cámbaras o centollos. Estos animales poseen un cuerpo redondeado o alargado con cuatro pares de patas que le sirven para desplazarse, junto con un par de patas modificadas con pinzas o quelas que le sirven para aprisionar varias cosas, recogiendo pedazos de distintos materiales con que se ornamentan su cuerpo a través de su fijación mediante diminutas cerdas con forma de gancho que se localizan en varias partes del caparazón del cangrejo (fig. 9.53). La importancia de estos cangrejos, reside en su capacidad para añadir y seleccionar al camuflaje de manera deliberada, "fragmentos de material del ambiente [al que...] fijan a distintas partes de su caparazón."<sup>59</sup> La eficiencia de este tipo de camuflaje entre estas especies, llega a ser tan efectivo que con frecuencia científicos experimentados pueden incluso sentarse encima de ellos y no percibirlos hasta que perciben su movimiento.

<sup>58</sup> Wickler, Wolfgang. *El Mimetismo en las plantas y en los animales*. Op. Cit., pp. 54-56.

<sup>59</sup> Wicksten, Mary, K. "Cangrejos decoradores" en *Investigación y Ciencia (Scientific American)*, Num. 43, Barcelona, Abril 1980, pp. 102 a 108.



Fig. 9.52. Detalle de la pintura cubista "Marie Therese", donde sobresalen sus ojos. 1937. Autor: Pablo Picasso.

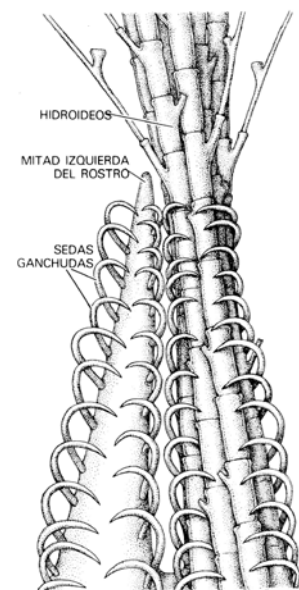


Fig. 9.53. El cangrejo decorador de la especie *Oregonia gracilis*, sujeta en los ganchos de su cuerpo, fragmentos de algas, astillas e hidroideos, del entorno para confundirse. Ilustrador: Tom Prentiss.

De acuerdo a las observaciones realizadas por especialistas en este campo de la ciencia, se considera que los cangrejos arañas llegan a decorarse durante toda su vida, a excepción de ciertas especies que ya en su estado de madurez, dejan de hacerlo, debido probablemente a que su tamaño los hace inmune al ataque de sus depredadores, como en el caso de *L. crispatus*, que es una de las especies más grandes donde si bien su caparazón alcanza sólo 10 cm, la extensión de sus patas llega a extenderse alrededor de 100 cm de largo, así como el cangrejo gigante japonés (*Macrocheira kaempferi*) con una envergadura de sus patas de hasta 4,25 m siendo el mayor cangrejo del mundo. Los materiales que las arañas de mar prefieren para decorar sus cuerpos, son generalmente de constitución flexible y de fácil ruptura, como esponjas, algas, briozoos y ascidias (pólipos blandos parecidos al coral), aún cuando se han encontrado especies que también prefieren diversos tipos de materiales duros para protegerse. En estado de cautiverio o acuarios, se han visto incluso utilizar extraños materiales como lo son, los pequeños fragmentos de cemento de la misma pared del acuario, cintas de papel, o hasta pedazos de hamburguesa, variando no sólo el tipo de material dependiendo de la especie sino también la técnica que llegaron a emplear.

Al investigar la evolución que ha tenido cada especie, algunas llegan a cubrirse todo su cuerpo, como es el caso de los denominados cangrejos decoradores plenos o avanzados (donde se encuentra el *Loxorhynchus crispatus* o el *Oregonia gracilis*) (fig. 9.54). Algunos más podrían ser clasificados como cangrejos decoradores intermedios (como el *Podocheila hemphilli* o el *Pugettia dalli*) (fig. 9.55), mientras que otros también podrían ser designados como cangrejos decoradores iniciales (donde estaría el *Pugettia producta*, entre otros). Por último los cangrejos no decoradores (por ejemplo el *Chionoecetes tanneri*), no emplean tales técnicas, aún cuando poseen ciertos atributos físicos que los hace estar en estos grupos, como ciertas protuberancias picudas que si bien las poseen físicamente, es posible que no evolucionaran hacia una forma ganchuda para sostener algún tipo de material marino. Algunos otros cangrejos arañas que poseen sedas ganchudas no se ornamentan activamente, pero resultan cubiertos de manera pasiva al adquirir con frecuencia el material marino que los cubre accidentalmente, como algunos cangrejos que emplean pequeñas anémonas, pedazos de esponja y ascidias compuestas que cubren su caparazón, con el fin de defenderse de sus depredadores.



Fig. 9.54. Cuando el cangrejo decorador (*Oregonia gracilis*) se ubica en el fondo marino, es prácticamente invisible en su medio. Foto: Douglas Faulkner.

Mary Wicksten<sup>60</sup> nos comenta que cuando los cangrejos *Loxorhynchus grandis*, *Loxorhynchus crispatus*, o el *Notomithrax urdus* requieren mudar sus caparazones por haber sido deteriorados por algún depredador (pulpos, langostas, estrellas de mar, etc.), éstos “inmediatamente quitan fragmentos del material ornamental del caparazón abandonado y lo fijan al nuevo. La muda tiene lugar por la noche o de buena mañana, cuando es difícil ver incluso un cangrejo desnudo.” Llama la atención que uno de los depredadores que posee el cangrejo decorador (*Pugettia producta*) es la nutria marina (*Enhydra lu-*

<sup>60</sup> Wicksten, Mary, K. *Op. Cit.*, p. 107.

*tris*), quien usa una piedra para abrir sus corazas al golpearlas sobre su torso, aún cuando en ocasiones éste llega a salvarse de no ser atrapado, en parte debido a su limitado camuflaje. Si bien las maniobras de ornamentación que emplean estos cangrejos son similares a las acciones de alimentación, desgraciadamente no existen fósiles que permitan confrontar el grado de avance evolutivo que ayudara a comprender más el proceso conductual de estas especies. En el caso de las especies *Loxorhynchus crispatus* y *Pelia tumida*, éstas no comen nada de los componentes con que se camuflan, sugiriendo tal hecho que posiblemente las conductas iniciales de los primitivos cangrejos hayan sido con un fin de almacenaje de comida y en un momento dado hayan cambiado a proteger su cuerpo, al seleccionar materiales de su ambiente con el que ocultan sus caparzones.

### 9.12. El mimetismo aposemático

“El color de tus intensiones”

Una de las peculiaridades que han llamado más la atención en el estudio de los animales, está referida hacia los atributos de defensa del color que los representa. El mimetismo aposemático es entendido en dos líneas de significación. La primera línea está enfocada hacia la transmisión de información que advierte al posible depredador sobre las consecuencias que obtendría si llegara a devorarlo, con el fin de amedrentarlo, a través de impactantes colores exhibidos que evidencian el mal sabor de su cuerpo, o la posible expulsión de ciertos químicos con que se defenderían causándole posiblemente repulsión y molestias indigestas en el predador, e incluso su muerte. Esta pigmentación puede ser permanente o aparecer de manera esporádica cuando cierto animal que presenta estas capacidades (principalmente los cefalópodos: pulpos, calamares y jibias), modifican las células pigmentarias de su piel para expresar el color advertido que evidencia la presencia de elementos tóxicos en su cuerpo. Existen varias especies que emplean coloraciones que pueden ser consideradas comunes o “normales”. Sin embargo, hay también otras especies que han desarrollado colores poco habituales, como son el azul, el morado e incluso el rosa. El color azul y en especial el morado son muy raros hallarlos entre los animales, y más entre los animales terrestres. En el caso de los insectos y arácnidos, el azul se presenta en la tarántula azul venezolana que es igualmente muy rara, por presentar el pigmento azul en su cuerpo. En el caso del color morado, la carabela portuguesa (Medusa) presenta este tipo de coloración de manera un poco más habitual. Sin embargo el color rosa del flamenco, es otro pigmento singular que implica mayor dificultad para fundamentar su función en cuanto a la selección natural. Existe la propuesta (no convincente del todo para muchos científicos) de que este color ha prevalecido al tener la función de no ser percibido tan fácilmente por los depredadores, al ubicarse a contraluz en el ocaso del día en las orillas de los lagos.

La segunda línea, se presenta mediante la exhibición de colores, formas, proporciones y texturas que ayudarían a evidenciar un estado de madurez en cuanto a los requerimientos de carácter reproductivo. Es en este caso que la selección sexual

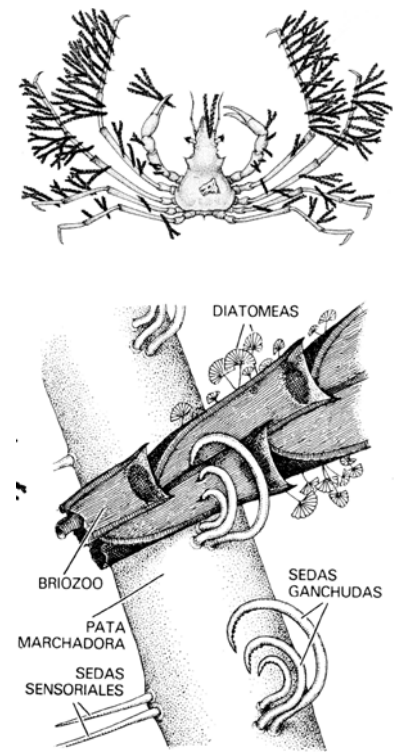


Fig. 9.55. La ornamentación del cangrejo decorador (*Podochela hemphilli*), es lograda a través de insertar fragmentos de distintos materiales en sus sedas ganchudas. Ilustración: Tom Prentiss.

es manifestada a través de una imagen que exprese salud, vitalidad y fortaleza. Tal parece que la idea que expone Virginia Morell<sup>61</sup> sintetiza en suma, el gran desenvolvimiento conductual de las especies animales: "En la atracción animal, él es la estrella, pero ella decide". En la gran mayoría de especies animales, las hembras ponen a prueba al macho para comprobar su capacidad reproductora. A través de la transmisión de signos y señales que se manifiestan a sus sentidos, los animales se comunican emitiendo: señales químicas, llamadas feromonas, para seducir con el olor a su probable pareja; señales físicas, mediante la exhibición de ciertas formas particulares que aluden a su maduración; señales visuales, manifestadas a través de formas, colores, tamaños, texturas y proporciones que evidencian su capacidad reproductora; señales auditivas, mediante cantos, chirridos, chillidos, ruidos huecos, etc., que se emiten en grandes áreas al buscar e invitar a alguna hembra interesada a aparearse. En pocas palabras, cualquier señal de cualquier medio, ayudará a persuadir a alguna probable aspirante.

De igual modo, las hembras rechazarán a cualquier pretendiente que no presente las condiciones requeridas por ellas, sólo aceptando a algún macho que llegara a seducirle, sea por la vista, olor, sonido, etc. La imagen perceptual impactante que llegan a presentar los machos, impresionará no sólo a las hembras, sino también a todo posible competidor o rival que presente las mismas intenciones en la búsqueda de alguna pareja, con el fin de desanimarle a emprender alguna acción que pusiera en riesgo su vida. En caso contrario, se entablará una competencia agresiva o ritualizada que pudiera llegar en la desestima de alguno de ellos o en grado extremo (y dependiendo de la especie) hasta a la muerte. Aunado a ello, también existe la posibilidad de que llame la atención a un posible depredador el cual intente devorarlo y pondrá a prueba su capacidad y vigor para salir ileso de ese ataque.

En algunas especies, el comportamiento que hacen alarde para atraer a la hembra, tiene en gran medida, mucha semejanza con el espectáculo que puede encontrarse en una estrella de rock. Esto es, el macho tiene que preparar una escenografía, una canción, y una coreografía que vuelva locas a las "chicas". Por supuesto, al existir una fuerte competencia entre los probables aspirantes, éstos deberán poner todo su empeño para lograr su cometido como donantes progenitores de su especie. De ahí que expongan todas sus llamativas estrategias para impresionarlas, como un "vestuario" especial que indique quien es el mejor, a través de la ostentación de grandes colas y vistosos colores, cantos, sonidos o ruidos especiales muy elaborados audibles generalmente a mucha distancia, exhibición de tenacidad y fortaleza física e incluso alarde de osamentas, melenas o colores, para atraer la atención del sexo opuesto así como para atemorizar a otros aspirantes. En pocas palabras, confeccionarse una imagen personal que impresione a la perceptora de que él es el mejor, aunado a que es generalmente la hembra la que exhibe una imagen personal más discreta y sencilla con el fin de no llamar demasiado la aten-

---

<sup>61</sup> Morell, Virginia. "Atracción Animal", *Op. Cit.*, pp. 28-55.



ción, pues al ser ella las que suelen procrear con su cuerpo, estas características permiten servirle de protección para esconderse tanto a ella como a sus críos de sus depredadores.

Esto, en diseño gráfico se relaciona directamente con la imagen de identidad y publicidad; la acción de impresionar a un individuo mediante una idea particular que permita atraer o intimidar, se llama propaganda. Dicha información, se realiza mediante signos especiales interpretados como señales, así como respuestas conductuales que desarrollan en dicha temporada, pudiendo ser entendidas por los individuos más jóvenes que conviven en grupos sociales de distintas especies, como un conjunto de información educativa. Tal es, en pocas palabras, lo que esconde el comportamiento de las especies en este periodo vinculado a la actividad del diseño, en especial al diseño gráfico.

Sin embargo la idea propuesta por Darwin, de que las hembras eligieran al mejor macho no fue aceptada durante mucho tiempo (incluso todavía era vigente hasta los años setenta del s. XX), pues ello sugería en opinión de Wallace, la capacidad de *discernimiento* inexistente en la mayoría de los animales, razón a su vez expuesta actualmente, como una de las principales discrepancias que se han adoptado para no dar la aceptación de que pudieran diseñar los animales (diseñar es decidir). La confirmación del planteamiento de Darwin sobre la selección sexual ha sido actualmente aceptada al comprender que los machos “producen una enorme cantidad de esperma relativamente “barata”, mientras que las hembras fabrican un número restringido de óvulos caros. Es lógico, pues que los machos compitan por el acceso a las hembras, y que las hembras escojan al macho, o machos, que van a fecundarlas.”<sup>62</sup>

### 9.12.1. Ranas venenosas (*Dendrobatidae*)

Una muestra del mimetismo aposemático, enfocado hacia la advertencia a posibles depredadores para intimidarlos, se presenta en muchos anfibios que poseen veneno irritante o de alta toxicidad, anunciado mediante colores y manchas singulares sobre su piel. Estos atributos son fuertemente llamativos e inconfundibles, y pueden ser anunciados de diversas maneras. Por ejemplo el sapo oriental de vientre rojo (*Bombina orientalis*) presenta su espalda de color verde lo cual le permite permanecer escondido entre la maleza (fig. 9.56). Sin embargo si es descubierto y amenazado, gira su cuerpo dejando a la vista su torso para anunciar lo peligroso que puede ser, al dejar ver su color escarlata brillante (fig. 9.57). Aún así, es probable que uno de los animales más peligrosos en cuanto a la toxicidad de su veneno segregado, sea la llamada rana veneno de flecha (*Dendrobatidae*), la cual se desplaza cómodamente sobre las hojas acumuladas del suelo de la selva sudamericana. Se podría decir que “saben” tanto de su singular peligrosidad, que incluso no se esconden de sus posibles depredadores.



Fig. 9.56. El sapo vientre rojo (*Bombina orientalis*) puede pasar desapercibido al confundirse con el color del entorno.  
Foto: Michael & Patricia Fogden

<sup>62</sup> Citado en Morell, V. *Ibidem*, p. 44.

Existen una gran cantidad de ejemplares de llamativos colores, donde todas ellas se presentan en varias tonalidades brillantes y contrastantes con manchas negras, fuertemente contrastadas con colores amarillos, verdes, rosas, marrones, moradas, hasta azules metálicos. Tan potente es el veneno de estas ranas que los indígenas de la selva las capturan para utilizar el veneno para las cazas de sus presas. David Attenborough<sup>63</sup> comenta que “Una diezmilésima de gramo de su veneno es suficiente para matar a un hombre. Tal virulencia les defiende (a las ranas) de gran número de atacantes, pero les supone la muerte a manos del hombre. [Al atraparlas...] las asan sobre el fuego para que gotee el veneno de la piel; este veneno lo recogen en un recipiente y untan con él las puntas de sus flechas y dardos de cerbatana. Se necesita tan poco, que una pequeña rana de tres centímetros de longitud da suficiente veneno para cincuenta flechas”.

De acuerdo a Alfred Russell Wallace, el científico codescubridor de la Selección Natural, uno de sus aportes estuvo vinculado directamente con el significado y lo llamativo de los colores en los animales, al remarcar igualmente que éstos eran los más venenosos. Ejemplos de ello pudiéramos tener a las serpientes coralillo, a las mariposas monarcas, así como a las ranas veneno de flecha de Centro y Sudamérica. El problema (en este caso para la rana, por supuesto) es que para conseguir tal veneno, habrá que matar a la rana, pues éste se encuentra en una glándula en su interior. Recientemente se ha descubierto una especie de este tipo de ranas que presenta un color amarillo iridiscente (Fig. 9.58). Su constitución venenosa es tan potente, que si alguna persona la sostiene en su mano por más de 60 segundos, puede morir por el contacto de esta neurotoxina. Ante la pregunta de ¿por qué iban a hacerse propaganda las presas ante los depredadores?, Darwin recurrió a Wallace para encontrar su solución. Wallace refirió que a su parecer, los colores muy vivos habían evolucionado en muchas clases de animales venenosos o de mal sabor, por lo que era de su opinión que habría de tener alguna ventaja para su pronta identificación. Quizás sirvieran como advertencia a los depredadores. Tal vez un pájaro hambriento aprendería a evitar comer cierto tipo de insectos que exhibirían esta peculiaridad, ya sea en ranas, insectos, etc., o por lo menos recibiría un susto o sobresalto en el momento en que se percatara de sus pigmentaciones tan notorias. Estas opiniones han permanecido aceptadas en la ciencia desde entonces, a partir de la inspiración de este investigador.

Los colores muy llamativos de una presa, pueden incidir en el animal agresor básicamente en dos maneras: A) Transmitiendo lecciones desagradables al depredador en un periodo corto, que le ayuden a reconocer posteriormente a esa especie como no comestible; y B) Facilitando esa mala experiencia al relacionarla con un color vivo (fig. 9.59). Conclusiones similares fueron obtenidas por Tim Roper<sup>64</sup> de la Universidad de Sussex, en experimentos con gallinas (como depredadores) y migas de



Fig. 9.57. Cuando el sapo vientre rojo (*Bombina orientalis*) es amenazado, anuncia su peligrosidad dejando ver su torso rojo brillante y permaneciendo quieto para advertir a su depredador.  
Foto: OSF / Alastair Shay



Fig. 9.58. La rana veneno de flecha (*Dendrobatidae*), es uno de los animales más venenosos del mundo. Su toxicidad se manifiesta por el fuerte contraste de las formas y colores que presenta su piel.  
Foto: Planet Herat Picture.

<sup>63</sup> Attenborough, David. *La vida a prueba*. Op. Cit., p. 88.

<sup>64</sup> Citado por Milner, Richard, Op. Cit., pp. 136-137.

colores brillantes pero con mal sabor (como presas). Este investigador describe que “Wallace tenía razón; la coloración puede afectar a la rapidez de aprendizaje y a la facilidad del recuerdo.” Por supuesto tal componente es de un valor incalculable para cualquier ámbito en que se relacione el diseño gráfico, sobre todo al vincularse con la publicidad y la mercadotecnia.

### 9.12.2. Pavo real (*Pavo muticus* o *Pavo cristatus*)

A partir de la publicación del libro de Darwin llamado “El origen del hombre y la selección en relación del sexo (*The descent of man and selection in relation to sex*), este científico intentó aclarar algunas ideas que se percibían como contradictorias en su Teoría de la Selección, en especial las referentes a la presencia de ciertas particularidades que se habían detectado en algunas especies que presentan atributos “innecesarios” o perjudiciales, al relacionarse en su ambiente. Incógnitas como la cola de los pavos reales (*Pavo muticus* o *Pavo cristatus*), la cual en principio sólo sirve para estorbar en la búsqueda de alimento, así como para no poder escapar con facilidad ante la presencia de algún depredador. Sin embargo, esta aparente desventaja le acarrea asimismo una importante superioridad en relación a la atracción del sexo opuesto, explicando el porqué de igual modo existían en otras especies muchas características como la facilidad para la emisión de gratos sonidos o cantos, la textura de su cuerpo, la tersura del pelo, o incluso la suavidad de la piel que hacía comprender que tendrían como fin cautivar con mayor facilidad a una pareja adecuada, al estimular, atraer y fascinar al sexo opuesto.<sup>65</sup>

No es de escasa importancia por tanto, que los científicos que continuaron trabajando con el pensamiento de Darwin, comprobaran que la clave en la Teoría de la Selección, no era *la supervivencia del más apto o del más fuerte*, con implicaciones profundamente duras en el contexto humano, al haber sido mal interpretado en un principio, sino al animal que tuviera la mejor capacidad para reproducir una descendencia apta. De esta manera, al trasladar literalmente el significado hacia los valores éticos del ser humano, esto fue entendido como el más capaz para perjudicar a los demás al tener los peores principios morales, en lugar de haber sido entendido como el que tuviera la mejor capacidad para generar una amplia y calificada descendencia para sobrevivir a los cambios constantes del entorno. El éxito en el verdadero campo de batalla no era el dominar un espacio o un tiempo, sino la transmisión de genes que permitieran heredarlos a las generaciones futuras, en momentos decisivos cuando se confrontaran dos machos directamente, sobresaliendo por supuesto el que estuviera en mejores condiciones para sobrevivir. Con todo, no cabe la menor duda de que al estar hablando de aspectos poblacionales de una especie, los más aptos no habrán de ser entendidos como los más fuertes, los más rápidos, los más grandes, o los más bellos, sino los que consiguieran multiplicarse por cualquier medio, teniendo por tanto (a veces), un mayor mérito el que



Fig. 9.59. La rana venenosa (*Dendrobatidae*), advierte a sus depredadores con sus colores vivos que no es comestible, así como éstos le ayudan a identificarla con facilidad.  
Foto: Oxford Scientific Films



Fig. 9.60. Pavo Real (*Pavo cristatus*) exhibiendo las plumas de su cola para atraer a las hembras.  
Foto: Ingo Arndt.

<sup>65</sup> Citado por Milner, Richard, *Op. Cit.*, pp. 493-494.

podiera acceder a un mayor número de apareamientos que permitan producir la mayor cantidad de descendientes, o el alcanzar el rango social más alto dentro de una comunidad, ya sea mediante presunciones vacías o mentiras exageradas, o a ostentaciones de gran vigor, o proezas destacables, o incluso al empleo de ciertas tácticas que limitan e inhiben la reproducción de sus competidores (sean o no de su misma especie), como es el destruir los huevos o matar a los críos, todo ello junto a claras exhibiciones que promuevan sus atractivos y atributos sexuales mediante la exhibición de sus cuerpos.

Es bajo esta idea que se ha entendido que los pavos reales hembras, las aves del paraíso, o incluso cualquier otra especie de ave con plumaje colorido, realizan la selección de los machos al presentar éstos una mayor cantidad de plumaje con un alto grado de atracción sobre ellas, haciendo válidas las palabras de Wallace quien decía que "las aves con plumaje más robusto son, en general, individuos más fuertes y que, quizás eran seleccionados en realidad por su vigor y no por su hermosura"<sup>66</sup>, no olvidando que mientras más llame la atención el pavo real, más atraerá la atención del depredador (tigre). Actualmente la ciencia ha podido descifrar el mensaje que las hembras interpretan en las colas del pavo real macho. En opinión de Marion Petrie<sup>67</sup>, los mejores padres son los que exhiben mayor ornamento en sus colas (fig. 9.60). Por tanto sus pollos son los que al nacer pesan más y tienen mayor probabilidad de escapar a sus depredadores.

¿Qué podemos rescatar de todo esto para el diseño? Que las propuestas que se hagan en principio habrían de tener una fuerte carga funcional, que permita comprobar que los lineamientos para los que fueron hechas habrían de ser cumplidas en su totalidad, aunado a una carga significativa que exprese el significado deseado, de acuerdo a los perceptores o decodificadores de dicho mensaje (en el caso de los animales tanto a los depredadores como a la pareja; en el caso del diseño humano a los usuarios a quienes va dirigido el mensaje en particular). No obstante el factor final con el que se juzgaría el éxito de estas propuestas serían los relacionados a los criterios estéticos, donde como lo hemos comentado con anterioridad, este tipo de criterio posee un alto nivel funcional, aunque sólo sea en el aspecto de simpatía que hará decidir la última batalla de elección entre varias alternativas para su reproducción tanto de una especie como de un diseño.

### 9.13. El mimetismo disruptivo

"El corte del contorno"

El mimetismo disruptivo proviene de la palabra latina *disrum-pere* que significa rompimiento brusco. Este tipo de fenómeno, se basa en ilusiones ópticas que pretenden no sólo engañar a la vista sino, lo que a nuestro juicio es más importante, engañar a la mente, aún cuando el protagonista no esté consciente de este hecho. En principio los ojos mandan la información al



Fig. 9.61. Sólo la experiencia adquirida otorga la oportunidad de modificar la organización y explicación perceptual en determinado instante en que se genera, otorgando la posibilidad de identificar una imagen.  
Foto: Ron Ames.

<sup>66</sup> Citado por Milner, Richard. *Op. Cit.*, p. 573.

<sup>67</sup> Citado por Morell, Virginia. *Op. Cit.*, p. 46.

cerebro y éste llega a desconcertarse al no saber cómo actuar, por presentar información contradictoria (fig. 9.61). El Profesor Gaetano Kanizsa<sup>68</sup> de la Universidad de Trieste, nos explica que existen por lo menos dos alternativas para enmascarar un elemento en el entorno donde se desenvuelva, siendo la primera la inversión de la relación figura-fondo, y la segunda, el desmembramiento fenoménico de la figura mediante el englobamiento de sus partes constituyentes en otras configuraciones. En la primera de estas opciones habremos de entender en pocas palabras el efecto de la reversibilidad que pudieran manifestarse entre las formas existentes de un elemento, de tal manera que pudiéramos interpretar dos imágenes en una, aunque teniendo prioridad de visualización una de ellas. No obstante, si bien este principio es con relativa frecuencia común en un entorno artificial, en especial generado por el ser humano, en la naturaleza no es normal que se manifieste con facilidad. Es más, hasta pudiéramos aventurarnos a decir que es muy difícil su existencia. Sin embargo esto no ocurre así con la segunda opción, referido al disgregamiento de la estructura originaria y la desaparición de la forma general como unidad visual.

En el caso de este enmascaramiento o mimetismo fragmentado puede generarse por medio de un procedimiento de sustracción, así como también mediante una disposición de adición de formas. En su primer opción, o procedimiento de sustracción, conocida también como técnica de *Street*, existe la posibilidad de ser todavía reconocida visualmente la imagen del objeto u organismo aún cuando llegaran a eliminarse partes que pudieran no ser tan importantes, manteniendo por así decirlo, el contorno esencial de su especie, sea en pocos o más fragmentos. De este modo, es probable que en el caso del mimetismo disruptivo en los animales esta explicación llegue a manifestarse cuando las partes resultantes de la fragmentación, no se perciban ya como una totalidad mutilada, sino más bien como una nueva composición, adoptando en grado extremo una independencia en cada parte visualizada, sea por semejanza o por proximidad. Ante ello, Kanizsa nos explica que "ambas posibilidades están aprovechadas por la naturaleza en el mimetismo animal y por el hombre en sus actuaciones bélicas."<sup>69</sup> Bajo esta idea, es comprensible indicar que las partes mutiladas pudieran ser sólo *pensadas* o interpretadas como parte de una totalidad de una imagen recordada, aunque no vista en realidad, lo cual otorgaría cierta ventaja a ese animal.

La segunda opción referida hacia el desmembramiento por adición, o también conocida como técnica de Gottschaldt, está concentrada en un enriquecimiento de elementos "superfluos" que contribuyen a generar una especie de *ruido* que ayuda a confundir la silueta del organismo, causando por lo tanto su desaparición cuando se mezcla en un entorno favorable. Este sería el caso del jaguar, del ocelote o de cualquier otro animal que al estar compuesta su piel por una multitud de



Fig. 9.62. Detalle de la figura anterior donde se aprecia con mayor facilidad el modelo camuflado en su entorno.

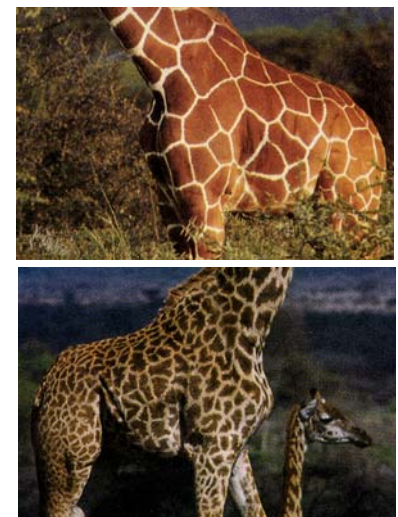
<sup>68</sup> Kanizsa, Gaetano. *Gramática de la visión. Percepción y pensamiento*. Ed. Paidós. Barcelona, 1986, pp. 327-342.

<sup>69</sup> Kanizsa, Gaetano. *Op. Cit.*, p. 333.

elementos, se integren perfectamente en su entorno habitual (p.e. la selva), dando una idea de brillos, luces y sombras de la iluminación inconstante de las zonas bajas de la selva, siendo por el contrario muy llamativo en un ambiente artificial (p.e. un zoológico). Irvin Rock<sup>70</sup> comenta que es común tender a agrupar aquellas unidades fragmentadas que se mueven en una misma dirección y a una misma velocidad. Probablemente esta facultad permita a los depredadores descubrir al animal escondido entre su mimetismo disruptivo, siendo por tanto muy difícil de descubrir cuando se encuentre inmóvil en un ambiente favorable a su misma piel, aunado al hecho de recordar algunas experiencias que conduzcan a resaltar el perfil o la silueta de cierta especie, aún estando fragmentada, lo cual obligue a la presa (o en su caso al depredador) a reorganizar los fragmentos para percibir y recordar de pronto la naturaleza de esa imagen<sup>71</sup> (fig. 9.62). Si bien habremos de recordar que la clave de todo mimetismo y camuflaje, reside en evitar a toda costa generar o producir un contraste en el entorno donde se halla para no ser visto.

Otro de los principios adoptados en los fundamentos del mimetismo, consiste que las líneas fuertes pueden tener un doble objetivo para los animales funcionando tanto como camuflaje, así como de advertencia. En el primer caso, al ser percibido de lejos un organismo con estas características, las franjas quiebran la silueta de su cuerpo tal como sucede con las cebras, mientras que en el segundo, esta textura lineal puede funcionar como advertencia de la existencia de un veneno, al ser visto de cerca, tal como sucede con la serpiente coralillo. Por tanto este tipo de dibujo ofrecería a esa especie lo mejor de dichas posibilidades, esto es: su improbabilidad de ser detectado por un depredador, así como el otorgar una protección al amenazar a un depredador en el supuesto caso de que tuviera que enfrentarlo. Aún con todo, todas y cada una de las estrategias que pudiera emplear un animal para pasar desapercibido o atemorizar a un depredador podrán ser contrarrestadas cuando éste último posea en su propia naturaleza ciertas condiciones que neutralicen sus consecuencias, convirtiéndose en tal caso dichos mensajes a una invitación degustativa.

¿Qué animales pudieran ajustarse a este tipo de mimetismo? Por supuesto que los más conocidos serían la cebra (p.e. *Equus burchelli*), el jaguar (*Panthera onca*) y la jirafa (*Giraffa camelopardalis*), entre otros. No obstante, si bien pudiéramos dar una explicación más o menos plausible sobre los orígenes genéticos de las rayas de las cebras, no estamos completamente seguros sobre las causas de tensión superficial que los generaran, en especial en las jirafas, pues llegan a variar en algunas de sus subespecies, como son los casos de la jirafa masai (*Giraffa camelopardalis tippelskirchi*) o en la jirafa reticulada (*Giraffa camelopardalis reticulata*), donde por supuesto no presentan un mismo camuflaje. Para esto Meter S. Ste-



Figs. 9.63. Detalle de piel de jirafas. Se piensa que el origen de la textura de la piel de la jirafa reticulada (*Giraffa c. reticulata*) (arriba), y de la piel de la jirafa masai (*Giraffa c. tippelskirchi*) (abajo), tengan diferentes causas. Foto arriba: Animals Animals. Foto abajo: Hans Reinhard/Bruce Coleman Inc.

<sup>70</sup> Rock, Irvin. *La Percepción*. Biblioteca Scientific American. Prensa Científica, Ed. Labor, Barcelona, 1985, p. 118.

<sup>71</sup> Rock, I. *Ibidem*, pp. 128-129.

ven<sup>72</sup> nos comenta que “las marcas de la jirafa [*G.c. reticulata*] son demasiado regulares como para atribuir su origen a la casualidad. Parece más bien un producto de la tensión superficial. Sin embargo, –continúa más adelante– ¿cómo podría producir la tensión superficial el modelo que vemos en la [jirafa massai (*G.c. tippelskirchi*)]? Es evidente que sus orígenes pudieran provenir de diversas causas” (fig. 9.63).

### 9.13.1. Cebras (*Equus burchelli*)

Es común saber que las cebras forman parte de los equinos junto con los caballos y los asnos. El origen del nombre de este herbívoro africano deriva de una palabra swahili que significa “asno rayado”. El promedio que alcanza a vivir una cebra es de alrededor de nueve años, aunque algunas han alcanzado los veinte años de longevidad. Probablemente de todas las especies la cebra de Burchell (*Equus burchelli*) o cebra real sea la más extendida, la cual se encuentra en África oriental, en Tanzania y Kenia, que junto con la cebra de Grevy (*Equus grevyi*) y la cebra de montaña (*Equus zebra*), constituyen las tres especies principales de este tipo, aunadas a otras subespecies que complementan esta familia. De estas tres clases, la cebra de Grevy es la más fácil de identificar por el fino rayado que exhibe en sus dibujos cutáneos, mientras que la piel de la cebra de Burchell está compuesta por líneas más gruesas en su piel aunque con bordes poco precisos, en comparación con las otras dos especies que las presentan muy definidas (fig. 9.64).



Fig. 9.64. Aún a principios del s. XXI, el mimetismo de la cebra (*Equus burchelli*), sigue siendo un misterio para los científicos.  
Foto: Albert Masó

Es probable que una de las principales incógnitas que le caracterizan a las cebras en general, sea el origen de sus rayas, a pesar de que se hayan escrito varias investigaciones sobre el posible origen de este cuestionamiento. Desgraciadamente ninguna de ellas ha satisfecho por completo esta interrogante, pues con frecuencia surgen, como es lógico suponer en la ciencia, nuevas y más profundas preguntas que inclinan a dejar este problema pendiente al confrontarse con otros animales. Al ser este tipo de tramado no muy frecuente entre otras especies, a excepción claro está, de algunos animales marinos muy singulares como es el caso del pez cíclido cebra (*Archocentrus nigrofasciatus*) (fig. 9.65), o la misma serpiente marina (*Laticauda sp.*), éstos llegan a sobresalir al permitir confrontar en principio algunas de las explicaciones de su mimetismo con las de este equino.



Fig. 9.65. El mimetismo del pez cebra (*Archocentrus nigrofasciatus*) es igualmente misterioso por ser semejante al de la cebra.  
Foto: Akwa photo / Akwarystyczny.

Varios investigadores, como Desmond Morris, Stéphane Deligeorges y Albert Masó, han estado exponiendo en algún momento este interesante mimetismo. El profesor Masó<sup>73</sup>, de la Universidad de Barcelona nos comenta que entre los biólogos y etólogos, se han hecho numerosas interpretaciones sobre la verdadera función del diseño visual en este animal, planteando diversas explicaciones para intentar comprender este fenómeno, donde “lo más razonable es considerar que el peculiar pijama de las cebras proporciona ventajas a distintos niveles,

<sup>72</sup> Stevens, Meter S. *Patrones y pautas en la naturaleza*. Biblioteca Científica Salvat. Ed. Salvat, Barcelona, 1986, p. 281.

<sup>73</sup> Masó, Albert. “El enigma de las rayas de la cebra”. *Mundo Científico / La Recherche*, # 225, Barcelona, 2001, pp. 16-17.

destacando que mientras desde el punto de vista intraespecífico es claramente identificativo, desde el interespecífico mantiene un valor al menos de enmascaramiento.” ¿Cuáles serían estas propuestas interpretativas de este misterio? Hemos de rescatar por lo menos las siguientes hipótesis que intentarían explicar este fenómeno:

1) Como identificación individual. A pesar de que pudiéramos creer de que todas las cebras son iguales, realmente todas son distintas. Una de las interpretaciones metafóricas más evidentes es la que indica que podemos visualizar la piel de la cebra como una enorme “huella digital”. Esto podría coincidir también dentro de lo que se conoce como mimetismo aposemático, al indicar la clase de animal que es. ¿Cómo podemos explicar la interpretación identificativa? Una de las explicaciones más aceptadas recae en que las primeras horas después del nacimiento de un potrillo de cebra son, como saben los especialistas, fundamentales para reconocer a su madre, pues este acontecimiento le será grabado con gran impacto durante toda su vida, a pesar de que ese ser no lo fuera en realidad. Este fenómeno es conocido, como lo hemos mencionado en capítulos anteriores, como *imprinting* o impronta. Cuando los miembros de la misma manada se desplazan en la sabana, cada individuo adopta los cuartos traseros de sus compañeros de especie como un tipo de identificador visual o bandera para no separarse. Sin embargo esta hipótesis llega a flaquear cuando se contrasta con la conducta de otros equinos, como es el caso del asno salvaje los cuales también pueden identificar a sus congéneres aún sin necesidad de que haya rayas.

2) Como identificación grupal. Otra explicación recae en interpretar la razón de las rayas de las cebras en una especie de identificador grupal, con el fin de que cada cebra pueda reconocer la especie a la que pertenecen los demás, recordando que existen principalmente tres especies de cebras. En las llanuras central vive la cebra común, junto con otras subespecies que presentan igualmente bandas anchas y bien definidas. En las montañas del sur viven las cebras monteses, muy raras, y con líneas anchas y verticales en los lados. Por último en las praderas del norte vive la cebra imperial con rayas estrechas y finas. Esto permite pensar que sería como estar integrando un equipo deportivo, donde todas llevaran un uniforme distintivo que las defina y diferencie de las demás especies.

En esencia pudiéramos ver en esta hipótesis, los fundamentos de la identidad corporativa que con frecuencia se emplea en el diseño gráfico (fig. 9.66). F.H.K. Henrion<sup>74</sup> comenta que “El diseño corporativo consiste tan sólo en la comunicación visual de una organización [...] que] incluye tanto manifestaciones visuales como expresiones no visuales: formas de comportamiento en relación con los asuntos sociales [...]”. De igual modo, comenta en el mismo capítulo que “la identidad corporativa es un vehículo que da una proyección coherente y cohesionada de una organización... una comunicación visual sin ambigüedad”. No obstante, una de las objeciones que se ex-



Fig. 9.66. Cualquier conjunto de animales de una misma especie que presente una misma imagen, se asemeja conceptualmente al empleo de una identidad corporativa donde la similitud de sus formas, colores, texturas, proporciones, etc., permite que todas se perciban iguales siendo diferentes.

Foto: Bruce Coleman.



Fig. 9.67. La explicación clásica del camuflaje de las cebras, indica que hay una relación similar entre las formas de sus franjas y la configuración de los troncos de árboles de ciertos lugares de la selva.

Foto: Oxford Scientific Films

<sup>74</sup> Henrion, F.H.K. “La Imagen Corporativa”, en *Manual de Imagen Corporativa*. Ed. Gustavo Gili, México D.F. 1991. p. 41.



ponen para debilitar la explicación del origen de este tipo de mimetismo, reside que si estos animales no tuvieran la capacidad para diferenciarse de otros similares, la misma naturaleza no los hubiera hecho tan similares, aún cuando en la grupa presentan evidentes diferencias.

3). Como ilusión óptica. Este planteamiento nos dice que la función principal de estos atributos cutáneos, están sostenidos en una explicación perceptual, a partir de ciertos principios que se fundamentan como ilusión óptica. De igual modo, ésta nos explica que cuando una figura está saturada por líneas, presentará una diferente representación. Si son horizontales, se verá el organismo más ancho o largo, así como más bajo. Si son verticales, se verá más alto y estrecho. Al observar la trama de las cebras, nos damos cuenta que a excepción de las patas, todo su cuerpo presenta generalmente líneas que presentan una orientación vertical, conduciendo a percibir a este animal (según desde el punto de vista de su depredador) como más alto con sus patas más fuertes. Esto induciría a desilusionar y a confundir al predador en el momento de elegir a una víctima o a buscar otra presa menos difícil, puesto que habría de interpretar a la presa elegida como una que fuera más torpe y débil a fin de incrementar la probabilidad del éxito en su caza. Bajo este punto de vista, Stéphane Deligeorges<sup>75</sup> comenta que "El león, por tanto, ajustaría mal la longitud de su ataque y fallaría." Empero, las veces en que el león ataca a una cebra, y de acuerdo con el éxito que en esa empresa alcanza, confirma que no es del todo cierta esta hipótesis, dejando por tanto en duda su validez.

4) Como estrategia de escondite. Esta hipótesis sugiere que el principal fin de tal textura se centra en la intención de ocultar el cuerpo de esta presa a manera de camuflaje. Es lógico suponer tal explicación, bajo la idea de que todo tipo de piel tenga en esencia ese objetivo, sin embargo no nos explica con claridad su origen, sino sólo su intención. Los científicos que están a favor de este razonamiento, indican que cuando está bajo una serie de arbustos y árboles, la piel de este animal es con frecuencia difícil de percibir (fig. 9.67). Esto se demuestra, según Franco Agostini<sup>76</sup>, con el ejemplo de la invisibilidad del hexágono que se esconde como forma en un fondo con diferente configuración, aunque con una similar textura del hexágono, haciendo tal peculiaridad que no se perciba con facilidad a pesar de que no se ha eliminado ninguna parte de su perímetro. La explicación más adecuada se logra al entender los elementos adyacentes que constituyen la configuración de la forma curvada, así como su textura lineal como parte de un "ruido" que impide ver a nuestro polígono de manera sencilla (fig. 9.68). Desgraciadamente la verdad es que las cebras no visitan tales espacios, a excepción claro está, de en raras ocasiones, aunado al hecho de que es relativamente poco el tiempo en que se quedan inmóviles, delatándolas con prontitud su cambio de posición.

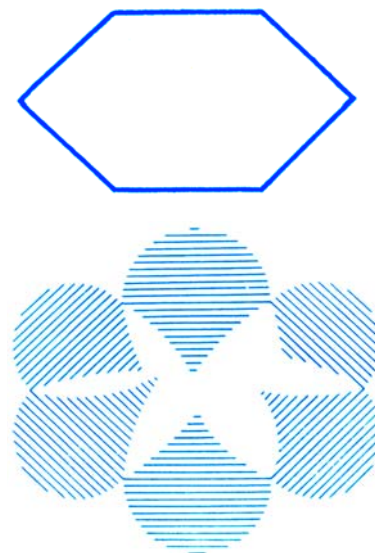


Fig. 9.68. Al igual que este hexágono, la cebra se pierde con mayor facilidad en un espacio que contenga formas similares al dibujo de su piel.  
Dibujo: Según Franco Agostini.

<sup>75</sup> Deligeorges, Stéphane. "Las oscuras rayas de las cebras", en *Mundo Científico / La Recherche*, # 199, Barcelona, Marzo 1999, pp. 30-31.

<sup>76</sup> Agostini, Franco. *Juegos con la Imagen*. Ed. Pirámide. Madrid, 1987, p. 146.

5) Como ilusión Op Art. Otra hipótesis ha sido la que se relaciona con el mismo efecto óptico que se manifiesta en las obras pictóricas del Op Art, donde a semejanza de una serie de líneas curvadas que generan ondulaciones y movimientos virtuales, este efecto pudiera ser percibido de igual manera entre sus depredadores produciendo en ellos una especie de mareo o deslumbramiento, por el fuerte contraste que existen entre las líneas (fig. 9.69). Bajo esta idea, el efecto disruptivo del diseño de la piel aminora la claridad del contorno de la cebra, al extenderse y curvarse a lo largo de todo el cuerpo del animal, terminando su silueta en forma perpendicular en todas sus patas.

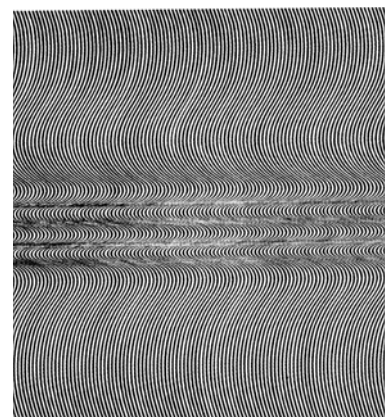


Fig. 9.69. Hipótesis del mimetismo de la cebra en relación a los efectos que se alcanzan con la estrategia de confusión en los depredadores.  
Pintura: Bridger Riley.

Tanto las rayas de sus cuartos traseros que se inclinan para mantener este efecto, lo mismo ocurre en sus patas delanteras, bifurcándose de manera transversal ya sea en sus patas como en su cuello. No obstante el león, su principal depredador, lo come con relativa frecuencia, incluso a la hora de mayor sol, no quedando aparentemente deslumbrado ni mareado, y en caso de que una cebra llegara a escapar, es el resultado de su agilidad y fortaleza, más que por las cuestiones de su piel. ¿Estarán en las cebras o en el león las respuestas médicas a los ataques epilépticos generados por la fotosensibilidad en el ser humano?<sup>77</sup> Quizás el estudio que se presenta como más extenso en cuanto a la sintetización de las diversas hipótesis que implican este misterio de la naturaleza, sea el presentado por el afamado naturalista Desmond Morris<sup>78</sup>, el cual además de estos planteamientos, expone otra serie de reflexiones que intentan dar una respuesta a esta controversial pregunta.

6) Como confusión perceptual. Otra de las propuestas hipotéticas sobre una explicación del por qué esta especie de equinos presenta este camuflaje, se basa al ponerse en el papel del depredador, quien se cuestionaría ¿dónde empieza y dónde termina este animal? Al mantenerse cerca con frecuencia cada miembro de una manada de cebras, esta acción conduce a realizar varias actividades de forma conjunta o más bien de manera más estrecha, donde el comer, avanzar, beber, e incluso ocultarse, lo realizan entre varios de sus compañeros (fig. 9.70). Así pues, es difícil para un observador no experimentado, saber realmente el tamaño verdadero así como la ubicación exacta de algún miembro que presente una menor fortaleza, al unirse visualmente las franjas de cada una de ellas en una masa informe pero móvil donde sus dibujos blancos y negros se confunden entre sí. Sin embargo esta teoría no es del todo consistente, pues tal como lo sabemos, los leones al atacar, separan con facilidad a los miembros más débiles de la manada para matarlos, aislándolos como consecuencia del resto de la manada.



Fig. 9.70. Al mantenerse unida y en movimiento la manada de las cebras, sus mismas líneas dificultan saber en dónde empieza y dónde termina el cuerpo de cada animal.

<sup>77</sup> Cano Celestino, G., García Santibáñez F., Rodríguez Leyva I., Concha Loyola L. "La Imagen Gráfica como Estímulo Fotosensible". En *Neurociencia / Revista de la Academia de Neurología*. Año 1, # 2, mayo-agosto 2000, pp. 32-36.

<sup>78</sup> Morris, Desmond. "¿Por qué tiene rayas la cebra?" En *El mundo de los animales y su medio ambiente / El arte de observar el comportamiento animal*, Ed. Encuentro Editorial, Barcelona, 1994, pp.11-16.

7) Como resultado de lamer la piel. Probablemente una de las explicaciones más ingeniosas y extremistas que intentan aclarar el por qué las franjas son generalmente verticales y no horizontales en su cuerpo, sea la que indica que este fenómeno es el resultado de la costumbre de esta especie por acicalarse mutuamente mediante lamidos en su piel, sobre todo en las partes cercanas a su cuello, hecho que dedican con gran frecuencia durante mucho tiempo entre los miembros de una misma manada. Este comportamiento es considerado en general como un gesto de amistad entre los dos animales implicados, ya que de manera individual no podrían hacerlo. Cuando realizan esta acción, tuercen el cuello en dirección a esa pareja, arrugando su cuello con pliegues verticales (fig. 9.71). Al continuar con este frotamiento, pudiera extenderse tales texturas a lo largo de su cuerpo, hasta la imagen visual que tenemos actualmente de este animal. Aún con todo, no llega a ser del todo convincente esta hipótesis, pues asnos y caballos tienen con frecuencia el mismo comportamiento y no presentan este tipo de franjas en su cuerpo, aunado a que tampoco explica el porqué son verticales la forma que ha prevalecido y no en sentido horizontal.



Fig. 9.71. Las franjas de la piel de la cebra pudieran haber surgido de los pliegues que se forman en su cuello así como por la acción de relamerse entre ellas.  
Foto: A. Watts / Natural Sciences Photos.

8) Como acción refrigerante. Otro de los planteamientos expuestos por los científicos, expone que al ser el color negro más propenso para absorber la luz y el blanco más inclinado a reflejarla, la temperatura del cuerpo de la cebra puede mantenerse fresco tanto en la noche como en el día. Desgraciadamente esta explicación no convence del todo a la ciencia, por habitar otros animales como es el asno salvaje del desierto, en zonas de mayor temperatura, que no presenta este tipo de piel y aún así le funciona como traje térmico.

9) Como efecto disruptivo. Una de las explicaciones que tratan de aclarar el por qué las líneas en la piel de las cebras son verticales y no horizontales, es expuesta por Hugh B. Cott<sup>79</sup>, quien indica que la neutralidad que se logra con el fuerte contraste entre esta textura vertical permite diluir la silueta de este animal, dado que tal peculiaridad no se lograría si estuviera prevaleciendo la textura en un sentido opuesto (fig. 9.72).

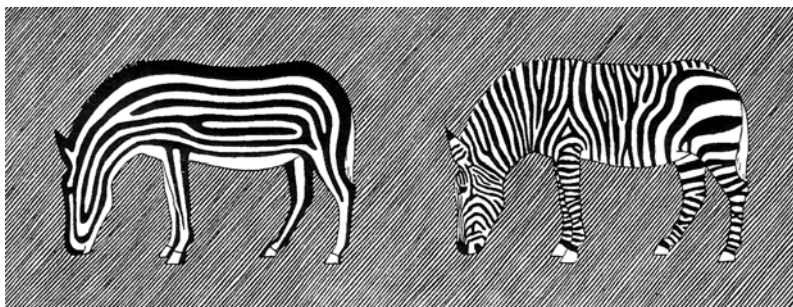


Fig. 9.72. Las franjas horizontales similares al contorno del cuerpo de la cebra, enfatizan la presencia del animal, mientras que en sentido opuesto lo difuminan.  
Ilustración según el Prof. A.C. Hardy.

Cott explica a través de un gráfico comparativo, los efectos perceptivos que se logran al confrontar la superficie de una misma figura con diferente textura, tanto con líneas horizon-

<sup>79</sup> Cott, Hugh B. *Adaptive coloration in animals*. Methuen, London, 1962, 508 pp.

tales como otra con franjas verticales en un fondo neutro, con el fin de que no llame más la atención que esas figuras. De ello se puede deducir que toda trama de franjas que no se presente de manera paralela a los bordes que limitan el contorno del animal, permitirá romper los límites de su silueta, no con la intención de hacerlo invisible, puesto que para ello la misma naturaleza hubiera "optado" en algún momento por hacer transparente al animal, sino con el fin de no hacerlo tan claro y evidente en el contexto donde se desenvuelve (fig. 9.73).

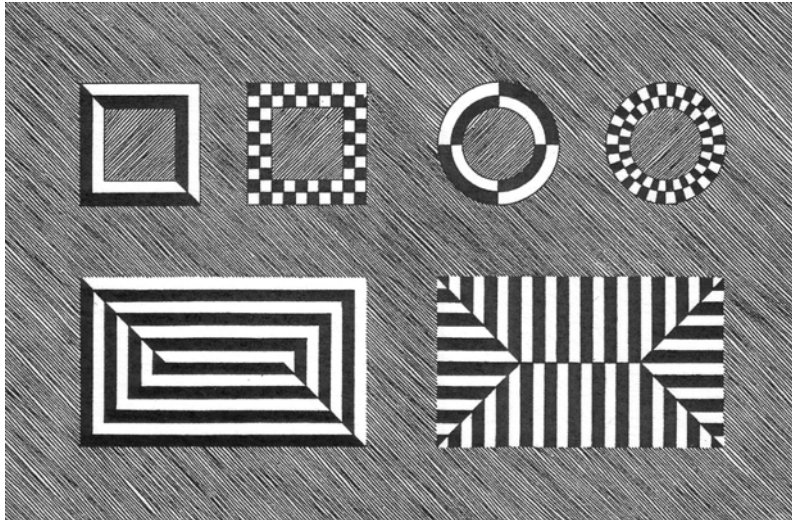


Fig. 9.73. Al presentarse la textura visual de manera paralela con el contorno de la figura, se enfatiza la facilidad de percibirla estando en un fondo neutro, mientras que al presentarse las líneas de manera perpendicular al contorno, se dificulta. Gráficos según el Prof. A. C. Hardy.

10) Como inhibidor de parásitos. Una de los aspectos más interesantes del mundo de los insectos es el comportamiento de la mosca Tse tse, la cual se orienta con la vista y no con el olfato. Ésta acarrea en los animales la enfermedad del sueño llamada nagala. Sin embargo, se piensa que esta mosca es engañada por la alternancia de las líneas negras y blancas que presenta la piel de la cebra, contribuyendo con ello a minimizar la probabilidad de contagio de esta enfermedad. Aún así, en las zonas que frecuentan las cebras, este tipo de moscas no representan un mayor problema para los herbívoros, por no ser importante su presencia en ese entorno.

Independientemente de cuál de todas estas propuestas pudiera ser la más viable que comprobara el por qué posee rayas la cebra, existe otra hipótesis que indica que las rayas de las cebras no son negras sobre una piel blanca, sino son líneas blancas sobre su piel negra. Por supuesto que esta hipótesis de carácter genético, no ha sido comprobada dificultando más la viabilidad de cada uno de estos planteamientos.

### 9.13.2. Jaguar (*Panthera onca*)

Pudiera parecer extraño que ciertas explicaciones del mimetismo de la piel de la cebra y del jaguar (*Panthera onca*), tuvieran un origen común, si bien trataremos de aclarar esta disyuntiva más adelante, es probable que tanto el jaguar como el leopardo (*Panthera pardus*) hayan tenido un antepasado común, debido a la gran semejanza que existe entre estos dos felinos no sólo en su aspecto exterior sino también por sus hábitos. El jaguar presenta una cabeza más amplia así como un cuerpo más corpulento, mientras que el leopardo es más refinado, debido quizás, a la necesidad de emprender en ocasiones carreras de gran velocidad para alcanzar a sus presas, en especial a las gacelas. Al jaguar le gusta cazar solo y generalmente vive así a excepción de la época de celo. Está claro que el jaguar está bien provisto de grandes atributos naturales para desenvolverse en la profundidad de la selva, tanto por la fortaleza de sus garras y colmillos, así como por la precisión para generar su ataque, donde en escasas ocasiones se le llega a escapar su presa, incluso en el agua de los ríos donde con frecuencia le gusta zambullirse para atrapar a algún pez.

Al moverse con gracia y sigilo entre la espesura de la jungla tropical, aprovecha al máximo su natural camuflaje formado de un corto pelaje texturizado con múltiples anillos punteados llamados rosetas que van del amarillo al naranja, los cuales a su vez encierran en sus zonas más amplias otras manchas más pequeñas de color oscuro, todo en un fondo amarillo o pardo, generando un mimetismo disruptivo que rompe con frecuencia el contorno de su cuerpo, ayudándole a confundirse con el entorno donde habita (fig. 9.74). Para no ser percibido entre la gran cantidad de elementos que constituyen el espeso paisaje de la selva, el jaguar se caracteriza por el uso de estrategias que le ayudan a alcanzar a sus presas. Al igual que a ocurrido con el estudio del mimetismo de las cebras, varios científicos se han cuestionado el origen de las manchas del jaguar o del leopardo. Aún cuando se sabe que el desarrollo de los distintos pelajes entre los animales está sometido al control genético de cada especie, se desconoce cuáles mecanismos en particular, dan lugar a los distintos motivos que definen la textura cutánea de esos animales.

La hipótesis que plantea el Dr. James D. Murray<sup>80</sup> de la Universidad de Oxford, sobre una posible explicación de este fenómeno organizado a través de un modelo matemático, otorga una luz sobre este complejo tema que es extendido a los otros tipos de mimetismos del reino animal, prediciendo además con este modelo, el que ciertas formas sólo puedan existir en ciertos casos al refinarse del pelaje de cada animal con su evolución. Cada mancha es físicamente una región de pelo con un color distinto. Los cambios del color se generan por la existencia de unas células pigmentadas llamadas melanocitos, las cuales se encuentran en la capa más profunda de la piel. Estas células producen un pigmento llamado melanina la cual pasa directamente al pelo del animal. En particular, los



Fig. 9.74. El jaguar (*Panthera onca*) ejecuta sus movimientos pausados con agilidad y precisión, auxiliado de una piel disruptiva que le ayuda a no ser percibido con facilidad.  
Foto: Walt Disney Studios.



Fig. 9.75. La piel del jaguar está compuesto por grandes anillos oscuros con pequeños puntos dentro de ellos. El color de su piel está formado por dos tipos de melaninas, la eumelanina que genera el pelo negro, y la feomelanina, que forma el color amarillo o naranja-rojizo.

<sup>80</sup> Murray, James D. "Las manchas del leopardo", en *Investigación y Ciencia / Scientific American*. Barcelona, 1988, pp. 61-67.

mamíferos sólo tienen dos tipos de melaninas, el primero llamado eumelanina por provenir del griego *eu* (bueno), y *melas* (negro), mismo que genera al pelo negro; y el segundo llamado feomelanina, también del griego *phaeo* (ceniciento), del que procede el pelo amarillo o naranja-rojizo (fig. 9.75).

Ahora bien, el planteamiento del Dr. Murray se basa en el modelo desarrollado por Alan M. Turing<sup>81</sup>, así como en las reacciones químicas oscilantes que fueron descubiertas en 1951 por dos científicos rusos que desde entonces llevan sus nombres. Nos referimos en particular a la reacción de Belousov-Zhabotinsky la que se caracteriza por generar oscilaciones y trenes de ondas concéntricas y espirales de Arquímedes. Turing sugería que la variedad de formas en la piel de los mamíferos podía ser causado por la inestabilidad de la reacción-difusión que se manifiesta en sus tejidos, tratándose básicamente de reacciones bioquímicas donde participaban moléculas o compuestos químicos denominados "morfógenos", aún cuando éstos se encuentran todavía en un estado hipotético por no haber sido identificados por la inestabilidad de este proceso. Según Turing, ciertas texturas de la piel o premotivos quedarían impregnadas desde la etapa embrionaria mediante un proceso irreversible, llamando la atención que éstas se manifiesten principalmente con rayas paralelas y manchas aisladas, porque las estructuras con atributos planos se presentan de manera más estables.

En opinión de Murray, algunos de los morfógenos son activadores que inducen a los melanocitos a elaborar melanina que genera el color negro del pelo, mientras que los otros morfógenos inhibe su producción. Si esto es así, y al suponer que las reacciones se producen de manera inconstante en ciertas áreas de la piel, esto da como resultado que se manifiesten islas con una gran concentración de activador rodeadas de otros espacios que poseen una alta concentración de inhibidores, dando por tanto la forma característica de las manchas del jaguar, del leopardo, del guepardo, etc. Un ejemplo análogo de este hecho puede ser representado a través de un timbal, que permite demostrar el comportamiento de la generación de ondas mediante los dibujos característicos de cada especie, estudiados a partir de su manifestación en la superficie de su piel. Cuando es un espacio pequeño, habrán pocas ondas y a medida de que se vaya incrementando esa área, tanto en anchura como en largura, aumentará el grosor de la trama. En efecto, cuando el espacio es demasiado pequeño, sólo aparecerá la piel sin mancha, pero cuando se manifiesta un tamaño en particular, aparecerán ciertas pautas anulares que podremos percibir las como rayas.

Caso contrario, cuando en el espacio volumétrico se presenta un radio suficiente, se dibujarán sobre esa área formas bidimensionales manifestadas como manchas. Por ello, en las patas de una cebra, o en las colas de un jaguar, de un leopardo o un mapache, éstas se presentan al final con rayas, siendo comprensible que de acuerdo a este mecanismo, sea posible



Fig. 9.76. La piel de la cabra de Valais, (*Capra aegagrus hincas*), presenta una singular muestra de equilibrio de pigmentación, donde se evidencia el mecanismo de activadores e inhibidores que propone Murray. Foto: Avi Baron y Paul Munro.

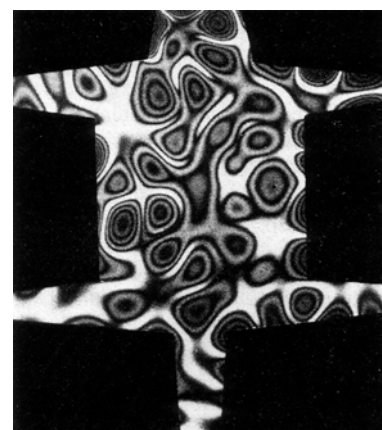


Fig. 9.77. Fotografía que presenta texturas de ondas holográficas generadas por rayos láser en láminas sometidas a vibraciones más elevadas. Al cambiar la frecuencia, se cambia la complejidad de la forma, presentando una similitud con la textura visual del jaguar. Foto: Charles M. Vest y Youren Xu.

<sup>81</sup> Turing, A. "Las bases químicas de la morfogénesis", *Phil. Tran. Roy. Soc. B327*. Londres, 1952, p. 37.

encontrar un animal que presente manchas aunque con cola rayada, mientras que será imposible hallar a un animal que exhiba rayas y esté exhibiendo una cola manchada. ¿Cómo responden tales explicaciones entre las otras especies? Murray<sup>82</sup> menciona que mientras que el tamaño del animal es pequeño, no se genera ninguna pauta, pero "a medida que aumentaba el tamaño, se producían bifurcaciones sucesivas: aparecían y desaparecían bruscamente distintas pautas; con dicho aumento también, las pautas exhibían una estructura más compleja y presentaban más manchas. Sin embargo, en las extremidades delgadas seguían conservándose las rayas, incluso en los dominios bastante grandes. Cuando se alcanzaban tamaños muy grandes, la estructura de la pauta adquiría tal complejidad que el pelaje se tornaba de nuevo uniforme."

Este fenómeno es ejemplificado en un principio en el tipo de piel que presenta la musaraña o el ratón. Cuando las superficies del cuerpo son mayores, habrá la posibilidad de presentar la piel mitad clara (o blanca) y mitad oscura (o negra). De este modo, mientras vaya creciendo el tamaño del animal, también crecerá la complejidad de la pauta, apreciándose este desenvolvimiento desde la cabra de Valais (*Capra aegagrus hircus*) (fig. 9.76), después el oso hormiguero, el oso panda, la cebra, el jaguar, el leopardo, desapareciendo paulatinamente en ciertas especies como el guepardo, la jirafa, e incluso las vacas hasta llegar a los grandes animales que presentan nuevamente su piel de manera uniforme, como es el caso del hipopótamo, el rinoceronte y por supuesto el elefante (figs. 9.78). Muestras que confirman la validez de este modelo, fueron generadas por Charles M. Vest y Youren Xu de la Universidad de Michigan, quienes presentaron unas pautas manifestadas por ondas en láminas sometidas a vibración. Al cambiar la frecuencia, se cambiaba la forma, visualizándose tales texturas al holografíarlas con rayos láser. Las formas más complejas son generadas con vibraciones más elevadas las cuales presentan una gran similitud con la textura visual del jaguar (fig. 9.77). Aún con todo, Murray comenta que en la coloración de los animales intervienen otros muchos factores para manifestarse como tales, como son la temperatura, la humedad, la dieta, las hormonas, y diversas constantes metabólicas, y si bien explica en este modelo que existe gran similitud con el tipo de piel de diversas especies, no demuestra que sea correcta.

Las opiniones que hacen igualmente otros investigadores sobre este mismo tema, como es el caso de un grupo de científicos liderados por Patrick De Kepper<sup>83</sup>, exaltan en gran medida conclusiones muy parecidas. Estos autores mencionan que los motivos que exhiben los animales rara vez presentan atributos regulares, como los motivos observados en el laboratorio al trabajar diversas sustancias químicas. Es muy probable que esto se deba a que la piel de algunas especies experimenten cambios paulatinos a lo largo de la vida de cada animal, desde su estado embrionario hasta su etapa final. Por ello se presentan manchas de carácter distorsionadas que corresponden a

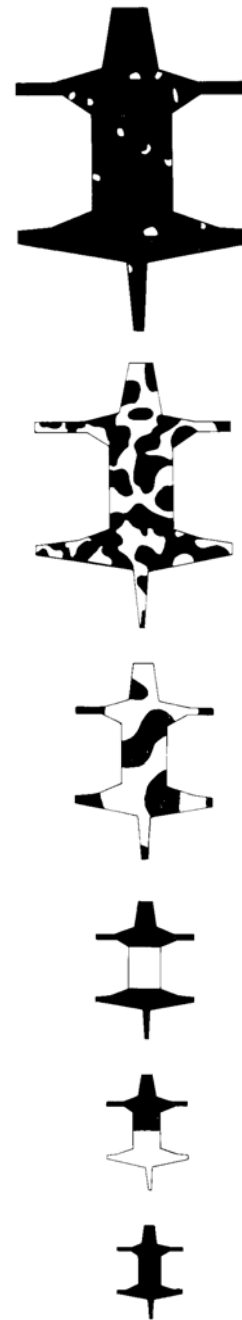


Fig. 9.78. De acuerdo con este modelo, el tamaño afecta las pautas generadoras de manchas en la piel de los mamíferos. Inicia de manera uniforme como el ratón, siguiendo los intermedios donde estaría el jaguar y terminando con las grandes especies donde se encontraría el elefante. Gráficos: Patricia J. Wynne.

<sup>82</sup> Murray. *Op. Cit.*, p. 65.

<sup>83</sup> De Kepper, Patrick. "Manchas, rayas y laberintos". En *Mundo Científico / La Recherche* # 188, Barcelona, Marzo 1998, pp. 78-83.

organizaciones no acabadas o estructuras transitorias bloqueadas durante su desarrollo, siendo la piel del animal o más específicamente cada mancha del mismo, imágenes instantáneas de ciertos estados transitorios del mismo proceso que las ha creado, las cuales han sido observadas en el laboratorio de manera transitoria a través de una especie de motivos florales (fig. 9.79). De Kepper considera que "por fascinantes que sean [las manchas], estas semejanzas de motivos no constituyen una demostración de la similitud de los mecanismos que los engendran. Es muy probable que en la morfogénesis de los seres vivos, intervengan, además de los procesos químicos y de difusión molecular, otros mecanismos físicos tales como la tensión superficial, la adhesión y la elasticidad del medio." Al comprender que el ser humano sólo está en el umbral de las posibles respuestas que nos lleven a encontrar y comprender el por qué de las explicaciones de este tipo de mimetismo, no habremos de devaluar ninguna de ellas, pues en comprensible que cada hipótesis y teoría que explique el funcionamiento de las distintas técnicas miméticas, nos ayude a entender mejor el desarrollo del diseño en la naturaleza.

Así pues, ante tales conceptos, poco a poco vamos inclinándonos a considerar como más plausible que la clave de la imperceptibilidad sea en general el no evidenciar un volumen claro. Para ello Hugh Cott<sup>84</sup>, nos expone varias ideas acerca del funcionamiento de la eliminación de los atributos que denotan el volumen de cualquier animal u objeto, tanto en el jaguar como en otras especies. Por ejemplo, en la figura 9.80 podemos apreciar cómo se manifiestan distintos tipos de cuerpos geométricos y el tipo de sombras que resultan por la acción misma de la presencia de una fuente de luz, tanto en planos con efectos bidimensionales como en cuerpos tridimensionales. De igual modo, es interesante darse cuenta que en la primera columna (No. 1, 4, 7, y 10) de esa figura, aún cuando se manifiestan con una cara plana, si pudiéramos percibirlos desde arriba, nos darían la idea de tener el volumen de los cuerpos que están a su derecha. ¿Pero con qué razón se ha de dar la idea de la presencia de un volumen ficticio en lugares donde no los hay? Estas conclusiones geométricas han sido interpretadas hacia los efectos que presentan algunas texturas miméticas de varias especies, por ejemplo las alas de algunas mariposas. El efecto disruptivo que contribuye a romper con mayor facilidad la verdadera silueta del animal, permite hacer prácticamente invisible a las especies que exhiban estos efectos gráficos.

Cott nos presenta de igual modo, ejemplificaciones de este tipo de superficies visuales que pueden encontrarse en las alas de la mariposa *Epinephele ianira*<sup>85</sup>. Estas nos dan una idea de que tal planteamiento hipotético pudiera estar muy cerca de la verdad. Esto es, que cada parte coloreada del ala, conforma un volumen que toma una forma independiente de las demás áreas con que se vincula en el mismo espacio, ayudando en general a no ser percibida como ala sino como cual-

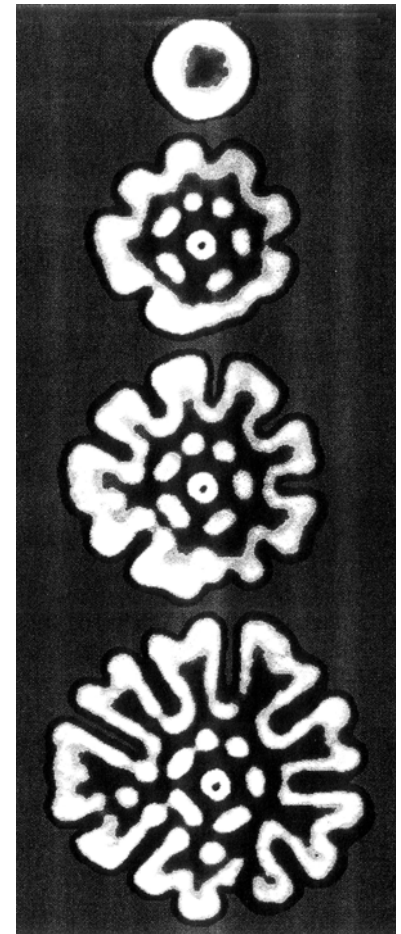


Fig. 9.79. Imagen de etapas de desarrollo de un proceso químico que exhibe el crecimiento de una mancha a florada, durante su crecimiento paulatino de una estructura de Turing, presente en un medio homogéneo. De Kepper considera que las manchas del leopardo o del jaguar, pudieran tener un similar desarrollo en su piel.  
Foto: Según De Kepper.

<sup>84</sup> Cott, Hugh, B. *Adaptive coloration in animals*. Methuen, London, 1962, p. 109.

<sup>85</sup> Cott, H. *Ibidem*, pp. 64-65.



quier objeto del entorno donde se encuentre reposando este lepidóptero. Superficies y relieves que suben, bajan, se extienden, se encojen, grandes o pequeñas depresiones que se pierden paulatinamente con un área colindante, contribuyen a enfatizar un efecto de naturalidad, escondiendo por tanto a la propietaria (fig. 9.81).

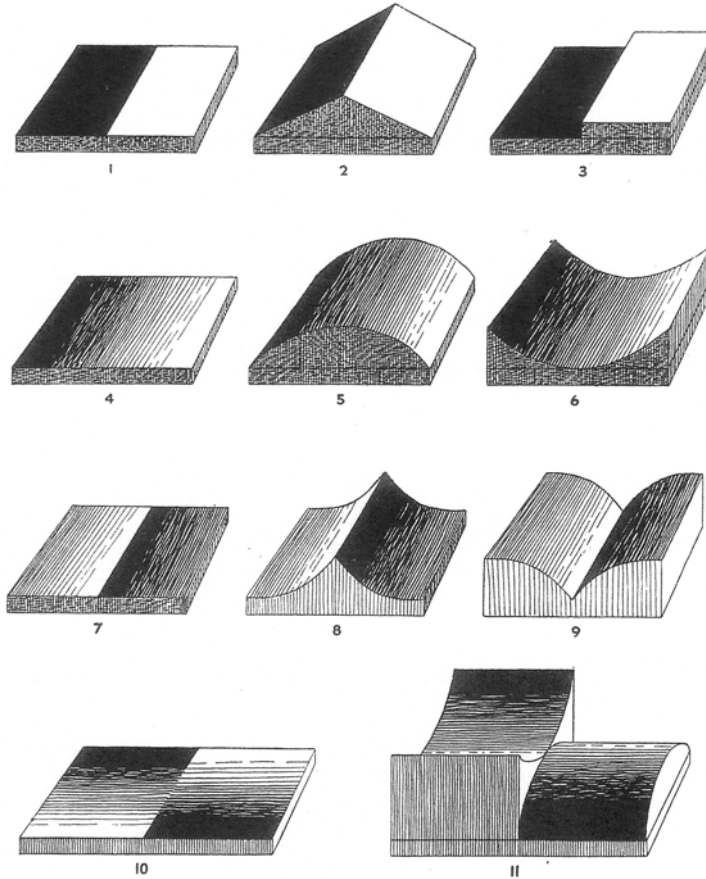


Fig. 9.80. Los distintos volúmenes representan las diversas opciones que exhiben los planos sombreados, tanto en un plano bidimensional como en otros tridimensionales. Gráfico según H. Cott.

El estudio e investigación de los fundamentos del mimetismo y camuflaje no es tema agotado. Es un hecho palpable que mientras más profundicemos en este campo, mayor información y sorpresas nos iremos encontrando, sobre todo para interpretar y vincular estos conceptos al diseño, y ante esta idea, es evidente que el alcance de su extensión, sólo estará limitado por nuestras propias capacidades para ahondar en él.

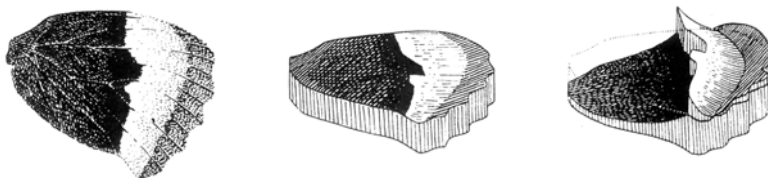


Fig. 9.81. Gráficos que explican la coloración disruptiva en diferentes volúmenes virtuales presentes en una ala de la mariposa *Epinetheliana*. Gráfico según H. Cott.

## 9.14. Conclusiones sobre el diseño mimético

Hemos expuesto un panorama general sobre las condiciones de la existencia de la invisibilidad, a través de sus factores generados en el mimetismo, así como los elementos que son pre-determinantes para su presencia tanto en la naturaleza como su ejemplificación en el diseño humano. Al haber entendido que la invisibilidad es la propiedad natural de cualquier organismo que tiene la necesidad y capacidad para no ser visto, esta cualidad también ha sido con frecuencia atribuida a entidades no comunes por distintas culturas. Ante esto, nos damos cuenta que estos criterios coinciden con los fundamentos teóricos de la *mimesis*, argumentación retórica que conlleva a manejar e interpretar estos conceptos tanto en el ámbito del arte como de la ciencia, aún cuando sean frecuentemente utilizados en las estrategias de comunicación y publicidad principalmente, con intenciones aduladoras para seducir a la sociedad. Si bien se han expuesto las diferencias entre el mimetismo y el camuflaje así como los distintos tipos del primero, vemos con satisfacción que sus conceptos se encuentran con frecuencia en el mismo ámbito del diseño gráfico, pues los criterios esenciales en que se basa este atributo de supervivencia, son igualmente válidos para el funcionamiento de distintos elementos del diseño, sean marcas, carteles, gráficos de valores, etc., empero, ¿qué podemos sacar de todo esto? En principio, la oportunidad de comprender las soluciones formales que se han dado en el mejor curso de diseño que ha existido, y que es la selección natural, la cual ha experimentado con mucho, cada una de sus soluciones hasta llegar a la mejor opción en cada momento con un mínimo de "errores", no siendo vergonzoso reconocer que la imitación a la naturaleza, es la mejor y más sincera actitud para aprender de sus resultados. Así, al descubrir que ella se imita siempre a sí misma en todas sus obras, las diferencias que se presentan como nuevas a partir de minúsculas e imperceptibles variaciones, evidencian su prolífica capacidad para resolver los problemas que enfrenta en cada momento con un mínimo esfuerzo, confirmando con esto el importante principio de diseño de "menos es más".

Me resulta admirable, que los distintos tipos de mimetismos se integren en un concepto que es frecuentemente palpable en distintas lecturas, mismas que hacen referencia sobre los criterios morales del ser humano, siendo de igual manera muy común y habitual su presencia dentro de la naturaleza y el diseño. Tal parece que una de las normas de conducta frecuentemente indicada por distintas religiones en el mundo -en particular, el mandato supremo universal de "No Mentirás"-tenga (aparentemente), sus orígenes en el naturaleza a causa de dar una imagen diferente a lo que verdaderamente se es para no ser agredido o engullido por los demás (fig. 9.82). Alguien podría objetar sobre la importancia y viabilidad aplicativa de manera directa de este campo de investigación en el diseño gráfico. Si bien es cierto que pudiera no percibirse esas ventajas claramente, recordemos que con frecuencia también se contrata al diseñador más preparado para definir estrategias que permitan generar una imagen positiva en un contexto en particular, pudiendo también procurar evitar otros resultados que no sean los perseguidos o deseados, para el



Fig. 9.82. El concepto de mentira es frecuentemente empleado en la naturaleza. A veces para ser invisible, es necesario ayudar a que los demás no deseen verlo, pero sí acercarse. Esta araña bola con forma de excremento de ave, para no ser comida por ellas, huele a polilla hembra por la feromona sexual que expide, con la cual seduce a la polilla macho para atraerla y después comérsela. Foto: OSF / Rudie Kuitert.

bien de una empresa, un producto o de una persona en particular.

Desde mi perspectiva personal, estoy por completo convencido que la aplicación de los propios criterios morales deben de ser mantenidos no sólo para un beneficio personal sino también extendidos hacia el bien de la sociedad. No obstante, si aceptamos que la naturaleza obra de esta manera, promoviendo en el mimetismo y el camuflaje la esencia de la falsedad y la mentira con la intención de preservar la vida de los seres vivos, es muy probable que un pensamiento maquiavélico llegue a funcionar plenamente en el diseño, –y únicamente adoptarlo como referencia profesional (más no personal)–, con la intención de conseguir nuestros objetivos conceptuales y formales de diseño, al aplicar la famosa cita de “El fin justifica los medios”<sup>86</sup> (fig. 9.83).



Fig. 9.83. Las polillas ramitas rotas, engañan hasta el mejor observador, pues reproducen en sus formas y tamaños, los detalles de las astillas que se generan cuando se ha quebrado algunas ramitas de un árbol, así como el color de la superficie en donde se sostienen. Éste es un buen ejemplo donde se evidencia con claridad que el fin (la supervivencia) justifica los medios. Foto: Animals Animals / Breck P. Kent.

---

<sup>86</sup> Aún cuando no se cita textualmente esta famosa frase en el libro de Maquiavelo, la idea más cercana que conlleva a ella, es la que se menciona en el cap. XVIII: “Y en las acciones de los hombres, y particularmente de los príncipes, donde no hay apelación posible, se atiende a los resultados. Trate, pues, un príncipe de vencer y conservar el Estado, que los medios siempre serán honorables y loados por todos; porque el vulgo se deja engañar por las apariencias y por el éxito”. Maquiavelo, Nicolás. *El Príncipe*. Ed. Porrúa, México DF., 1997, p. 31. No obstante, pudiera encontrarse otro texto similar en otro de sus libros donde cita también: “Sucede que, aunque le acusan los hechos, le excusan los resultados” en Maquiavelo, Nicolás. *Discurso sobre la primera década de Tito Livio*. Libro I, 9. Alianza Editorial, Madrid, 1987, p. 57.

