

Ecología perceptiva y procesamiento de la información: una integración necesaria

JULIO LILLO JOVER
Universidad Complutense de Madrid



Resumen

En este artículo se analiza el origen de las concepciones ecológicas y se contraponen con las usuales en el estudio de la percepción. En opinión del autor, aunque ambas orientaciones aporten elementos indispensables para lograr una plena comprensión del hecho perceptivo, ninguna de ellas es capaz de proporcionar una explicación plena del mismo. Por último, se esboza la forma en que puede darse una integración entre la ecología perceptiva y el procesamiento de la información.

Palabras clave: Percepción, Procesamiento de la información, Ecología, Teorías.

Perceptual Ecology and Information Processing: A Necessary Integration

Abstract

In this article the origin of the perceptual ecology's conception is analysed and contraposed with the usuals in the study of perception. In the autor's opinion, although both theoretical orientations have indispensable elements for the full comprehension of the perceptual fact, none of them provide a full explication of perception. Finally, a posible integration between perceptual ecology and information processing is esboced.

Key words: Perception, Information processing, Ecology, Theories.

Dirección del autor: Departamento de Procesos Básicos. Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas. 28023 Madrid.

1. PUNTO DE PARTIDA

El tipo de acercamiento al estudio de la percepción al que usualmente se denomina «procesamiento de la información» es, sin duda, el paradigma dominante en este dominio de la psicología y, en palabras de Fodor y Pylyshyn (1981), el asumido por el *establishment* de los investigadores. Por otra parte, el «enfoque ecológico», liderado por la carismática figura de James Gibson (1966, 1979), pretende constituirse en su alternativa sustitutoria.

Como bien ha de saber cualquier lector del acalorado debate que se ha dado entre estos dos enfoques, la polémica ecologismo-procesamiento de la información ha generado una abundante literatura en la que es frecuente que los defensores de una postura descalifiquen las posiciones teóricas de sus contrarios (Ullman, 1980; Fodor y Pylyshyn, 1981; García-Albea, 1986; Turvey, 1977; Turvey et al. 1981; Michaellis y Carello, 1981). Por otra parte, son cada vez más los autores (Neisser, 1976; Shepard, 1984; Bruce y Green, 1985; Cutting, 1986) que abogan por la posibilidad y necesidad de hallar una integración.

La línea argumental que voy a defender en este artículo está en sintonía con las posturas integradoras aludidas en el párrafo anterior. Ahora bien, intentará apartarse de cualquier tipo de eclecticismo poco comprometido y tomará posiciones claras en el debate. Tal vez por ello, desagrada por igual a los defensores del *establishment* y a los de la ecología. En concreto, postularé que tanto la ecología perceptiva como el procesamiento de la información en sus versiones prototípicas son incapaces de proporcionar una explicación cabal del hecho perceptivo y, además, que la integración entre estas dos concesiones no sólo es posible, sino imprescindible. Hagamos explícitas las tesis que defenderé.

1. - El enfoque del procesamiento de la información, en la forma en que es usualmente aplicado al estudio de la percepción, conduce inevitablemente a la realización de estudios de baja validez ecológica, por lo que sólo es capaz de dar cuenta del hecho perceptivo en situaciones muy restringidas y es incapaz de explicar la percepción cotidiana.
2. El enfoque ecológico, por su obcecación en no ocuparse de los mecanismos representacionales que median en la percepción, sólo es capaz de proporcionar descripciones de los distintos tipos de informaciones precisas para que se de el proceso perceptivo. Este tipo de trabajo descriptivo es insuficiente.
3. La ecología perceptiva y el procesamiento de la información han criticado con ferocidad algunos de los postulados básicos de sus oponentes teóricos y ambas tienen gran parte de razón en sus críticas. Por otra parte, el procesamiento de la información y la ecología perceptiva han tratado con acierto algunos aspectos del hecho perceptivo. Estos son: la necesidad de analizar detalladamente las propiedades del input, estimular y cómo éste puede utilizarse en el control de las conductas «naturales» de los animales (ecología perceptiva); y la necesidad de analizar los procesos y

mecanismos que median en la percepción (procesamiento de la información).

4. Los aspectos positivos del procesamiento de la información y de la ecología perceptiva pueden y deben combinarse. Sólo de su combinación podrá surgir una teoría capaz de dar una explicación suficiente de eso que llamamos percepción.

2. LA REVOLUCION GIBSONIANA

«Siempre existe un *establishment* científico, y lo que cree éste es siempre más o menos falso. Incluso en las ciencias respetables el conocimiento empírico está sometido continuamente a un proceso de reformulación... Cuando cambia el paradigma dominante, puede cambiar toda la concepción de la mente; y con frecuencia cambia también el consenso científico sobre lo que constituye una explicación psicológica... y a más de uno puede costarle comprender qué diablos pensaban estar haciendo sus propios antecesores. Esto ha ocurrido tantas veces en la historia que, indudablemente, sería una insensatez suponer que ya no se va a producir otra vez; en concreto, no sería sensato suponer que no nos va a ocurrir a *nosotros*. Gibson cree que ha ocurrido ya...

Fodor y Pylyshyn, 1981; pp. 139

De no ser por el hecho de que sus rivales teóricos fueron frecuentemente amigos personales, la vida de James Gibson podría proporcionar un buen argumento para un drama. En éste el protagonista vería cómo aquellos que aplaudían sus trabajos iniciales se convertían en críticos de sus obras de madurez y en feroces detractores de sus últimas concepciones. Así, sus primeros trabajos sobre el postefecto de inclinación (1933, 1937 a y b) iniciarían una línea de investigación plenamente integrada en el *establishment* y activa en la actualidad (Treisman, 1986; Frisby, 1979); casi igual aceptación tendrían sus estudios sobre el paralaje de movimiento y la existencia de gradientes en la estimulación realizadas durante la década de los 50 (Gibson, 1950, 1954; 1955; 1957; et als., 1952; 1955; Beck y Gibson, 1955). Sin embargo, en la década de los 60 todo pareció cambiar (Gibson, 1963; 1966; 1967). Nuestro protagonista empezó a recibir un aluvión de críticas que se hicieron especialmente intensas respecto a su última obra (1979) y han seguido a su muerte. ¿Por qué se produjo este cambio? ¿Qué contienen los dos últimos textos de Gibson (1966, 1979) como para convertirse en el centro de un huracán de críticas (y en otro menor de alabanzas). Mi opinión es la de que estos dos textos contienen algunas de las ideas más revolucionarias en la historia de la psicología de la percepción y, también en mi opinión, algunos de los ataques más despiadados y efectivos a algunos de los pilares básicos del *establishment*.

2.1. La herencia de Helmholtz

«Tradicionalmente —al menos desde Helmholtz— la forma de resolver este problema ha consistido en postular un proceso de inferencia por el

que, a partir de los datos sensoriales y de otra información de que dispone el sujeto, se llega a la atribución de las propiedades distales... Esta posición tradicional se prolonga hasta hoy en día y llega a su punto culminante con el enfoque del procesamiento de la información... quizá lo más notorio de esta manera de entender la percepción es que, frente a ella, no parece que podamos contar con alternativas plausibles...»

García-Albea, 1986; pp. 33-34.

En una de las más lúcidas descripciones de la historia de la Percepción escritas hasta la fecha, Julian Hochberg (1979) considera la existencia de un período clásico que tuvo a Wundt y a Titchener entre sus principales figuras, y en el que parecían darse todas las condiciones precisas para el surgimiento de un largo período de ciencia productiva. Ciertamente, este período no colmó las expectativas que había generado pero, aun así, legó una rica herencia de conocimientos (Boring, 1942) y ejercería una profunda influencia en las décadas que le siguieron. Intentar comprender el posterior desarrollo de la psicología de la percepción y las causas de la revolución gibsoniana sin analizar los logros y limitaciones del período clásico es, simplemente, una tarea imposible.

Aunque sea lugar común considerar a Wundt como padre fundador de la psicología, y aunque este trabajo no tenga intención de cuestionar este título; es importante recordar que su obra estuvo lejos de realizarse en el vacío y que, en muchos aspectos, se limitó (nada más y *nada menos*) a continuar y desarrollar las investigaciones y concepciones de figuras como Newton, Helmholtz, Müller o Fechner (Leahey, 1980). Estas aportaciones pueden agruparse en cuatro «tradiciones» (física, psicofísica, fisiológica y empirista) cuya convergencia posibilitaría el surgimiento del período clásico.

La tradición física (Newton, Galileo, Mersena, Kepler, etc.) permitió a Wundt describir y medir el primer elemento de la cadena de hechos que posibilitan la percepción: el input estimular. La tradición psicofísica (Weber, Fechner) le dio la posibilidad de relacionar cuantitativamente el input estimular con las sensaciones por él producidas. La tradición fisiológica, y más concretamente la doctrina de las energías nerviosas específicas, proporcionó a Wundt una clave para comprender cómo el input estimular podía producir el hecho perceptivo y, por último, la tradición empirista le proporcionó el planteamiento y los primeros esbozos de solución de algunos problemas clásicos en el estudio de la percepción.

El trabajo realizado por Wundt a fin de determinar la utilidad relativa de las claves de acomodación y convergencia en la percepción de la distancia (Boring, 1942; pp. 279-280), es un buen ejemplo de cómo las investigaciones del período clásico estuvieron influidas por las cuatro tradiciones que acabamos de comentar. En concreto, Wundt utilizó el método psicofísico de los límites, versión elección forzada, para determinar las variaciones en la distancia objeto-sujeto que eran consistentemente detectadas por éste al modificar la distancia base de comparación (en un rango comprendido entre los 50 y 200 centímetros) y las condiciones de observación (visión bino o monocular). Un análisis de los elementos implicados en la realización del experimento nos muestra a Wundt influido por Fechner (puesto que utiliza uno de sus métodos psicofísicos),

por la tradición física (como claramente indica el rango de distancias escogidas) y por la tradición empirista (su interés en las claves de acomodación y convergencia se basa en las concepciones de los autores empiristas respecto al papel de estas claves en la percepción de la tridimensionalidad).

Arropándose en el legado de las cuatro tradiciones que hemos mencionado, los autores del período clásico se sintieron capacitados para desarrollar el estudio sistemático de los fenómenos perceptivos, ya que éstos se incluyen entre, en las propias palabras de Wundt, «aquellos que, por prestarse directamente a las influencias físicas, pueden constituirse en objeto material de experimentación» (citado en Leahey, 1980/1982; pp. 229). ¿Cuáles fueron las principales metas que guiaron este esfuerzo investigador? Siguiendo fundamentalmente a Hochberg (1979), podríamos señalar los siguientes.

1. *A partir de los resultados fundamentales obtenidos por la tradición física, se pretendía establecer y delimitar el conjunto de energías al que era sensible cada uno de los sentidos.*
2. *Debían hallarse conjuntos de «energías nerviosas específicas» a las que habrían de estar sintonizadas los distintos tipos de receptores de cada sentido.*
3. *En cada sentido habrían de identificarse sensaciones simples que correspondiesen a la excitación de las energías nerviosas específicas.*
4. *Una vez determinadas estas sensaciones básicas y las energías nerviosas que, supuestamente, las causaban; debía darse cuenta de nuestras percepciones cotidianas a partir de estas dos unidades analíticas. Esto es, debían establecerse las reglas de combinación de las sensaciones que determinaban la naturaleza de la percepción.*

Como ya indicamos anteriormente, el programa de investigación desarrollado en los laboratorios de Wundt y Titchener produjo importantes frutos. Sin embargo, una serie de hechos empíricos y de concepciones teóricas pondrían pronto en cuestión la capacidad de las concepciones clásicas para dar cuenta del hecho perceptivo en su totalidad.

El edificio que Wundt y Titchner intentaban construir se cimentaba en tres pilares fundamentales:

- La creencia de que toda sensación o percepción era (o podía hacerse) accesible a la conciencia.
- La utilización de la introspección analítica como herramienta clave en la búsqueda de los elementos básicos de la percepción (las sensaciones).
- La creencia de que la percepción podía descomponerse en experiencias elementales (las sensaciones) y derivaba de su combinación.

Como se ha recordado recientemente (Howard, 1986), el sistema vestibular es el último de los sistemas perceptivos descubiertos en el ser humano; hecho que se debe, fundamentalmente, a que su normal funcionamiento no produce, como en otros sentidos, sensaciones de las que podamos ser conscientes. Por ello, su descubrimiento fue acogido por sorpresa incluso por los primeros investigadores que se dedicaron a su

estudio; entre otras causas, porque «la introspección era incapaz de proporcionar una cualidad única asociada a la rotación» (Boring, 1942, pág. 542). Esta extrañeza hizo que los pioneros trabajos de Flourens fueran duramente criticados y que se llegase a considerar que el supuesto nuevo sistema perceptivo no era más que el resultado de interpretar incorrectamente unos trabajos mal realizados y desarrollados. Entre otros, el clásico trabajo de James (1882; 1890) sobre los efectos de la rotación continua en sujetos con déficits en el oído interno confirmaron la existencia del «sentido del equilibrio» y empezaron a hacer obvia la falsedad de la ecuación, percepción = conciencia.

Aunque el atomismo de Wundt fue mucho menos estricto que el de Titchner, también se basó en la idea de que la psicología debía analizar las entidades complejas (percepciones) en sus elementos constituyentes (sensaciones) y en el supuesto de que la introspección proporcionaba una metodología adecuada para tal fin. El ataque a estas creencias tuvo dos frentes.

El primero de ellos fue llevado a cabo por la naciente escuela de la psicología de la gestalt y centro de sus críticas en la validez de los datos obtenidos mediante la introspección analítica. De acuerdo con la gestalt, las «sensaciones elementales» que supuestamente se detectaban mediante este procedimiento no eran más que productos artificiales de un método que alteraba esencialmente la naturaleza de la experiencia consciente. Esta tendría ciertas características holísticas que se perderían en el análisis introspectivo y que nunca podrían determinarse a partir de las artificiales «sensaciones simples obtenidas por éste».

La segunda línea de ataque provendría del conductismo. Como es bien conocido, esta escuela consideraba a la experiencia consciente como poco susceptible de experimentación objetiva y, por ello, limitó sus estudios relacionados con la percepción a lo que hoy llamamos «aprendizaje discriminativo», la «adaptación perceptiva» y a los aspectos de la psicofísica que pueden englobarse dentro de las ciencias sensoriales (Hochberg, 1979).

El resultado del cuestionamiento a los pilares del período clásico fue un decaimiento en el interés por estudiar ciertos problemas clásicos de la percepción (Coren y Gircus, 1978), en el número de estudios experimentales realizados, y la carencia de un paradigma globalizador durante las décadas en las que el conductismo fue dominante en la psicología científica (la gestalt nunca llegó a constituirse en un paradigma unificado).

Parfraseando el título de un artículo, «el resurgir de la percepción en la psicología contemporánea» (Caparros, 1979) tuvo que esperar a la aparición en la década de los 50 (aproximadamente) del funcionalismo probabilístico de Brunswick, el transaccionalismo de Ames e Ittelson y la New Look de Bruner; tres escuelas que tendrían en común el que revitalizaron algunas de las concepciones de una de las más grandes figuras de la ciencia en general y de la psicología de la Percepción en particular: Herman von Helmholtz.

Aunque la obra de Helmholtz en parte precedió y determinó a la de Wundt y Titchener, es lícito englobarlo entre los autores del período clásico. Como Wundt y Titchner, tuvo como meta la de subdividir cada modalidad sensorial en las sensaciones elementales en las cuales, recuérdese,

se basaba supuestamente toda la experiencia perceptiva. También Helmholtz realizó estudios en los que intentó medir el rango de energías físicas a las que respondían los receptores supuestamente causantes de las sensaciones y, por último, y muy relacionado con lo anterior, también él compartió la errónea creencia de que la respuesta sensorial estaba localmente determinada por la actividad de receptores que actuaban independientemente.

Sin restar importancia a los numerosos puntos comunes entre Helmholtz y otros autores del período clásico, es de rigor resaltar algunos aspectos de sus concepciones que son totalmente idiosincrásicos y que, además, son aquellos que más influyen en la psicología de la percepción actual: los conceptos de «sensación no consciente» y el de «inferencia inconsciente».

Para Helmholtz la percepción podía descomponerse en una serie de sensaciones «básicas» o «elementales», pero, y esto es lo importante, tales sensaciones eran generalmente inaccesibles a la observación consciente. Más aún, Helmholtz consideraba que la información básica contenida en tales sensaciones se utilizaba de un modo cuasi lógico a fin de obtener información sobre el estímulo distal que las producía, siendo este manejo cuasi lógico inaccesible a la conciencia del observador (inferencia inconsciente). El receptor, por tanto, efectuaba, a partir de sensaciones no conscientes, una «inferencia inconsciente» sobre la naturaleza del estímulo distal.

La forma en que Helmholtz entendía la combinación/utilización de sensaciones no conscientes de forma también no consciente se hace especialmente clara al analizar sus concepciones referidas a la percepción espacial (Helmholtz, 1866) y éste será el punto del que nos ocuparemos a continuación.

Como la mayoría de los autores de su época, Helmholtz consideraba que el principal problema a la hora de explicar la percepción espacial era el de la supuesta falta de correspondencia entre lo que hoy llamamos estímulos distal y proximal. Helmholtz también se sorprendió de la relativa estabilidad con la que se perciben ciertas propiedades de nuestro entorno espacial (p. ej.: la forma y el tamaño de los objetos que nos rodean) a la luz de la gran variabilidad existente en las propiedades retinianas que, aparentemente, guardaban mayor relación con aquéllas (p. ej.: la forma y el tamaño de las proyecciones de los objetos en la retina). ¿Cómo explicar la aparición de las constancias espaciales en nuestra percepción?; ¿cómo explicar el que nuestra percepción se correspondiese a «aquellos objetos que en condiciones normales son los que tienen más probabilidades de producir el conjunto estimular que llega a nuestros receptores en un determinado momento» («regla de Helmholtz»)?

La solución propuesta enraizó con una tradición empirista que se remonta, al menos, a Berkeley y se basó en las claves de percepción de la profundidad que aún se siguen exponiendo en un buen número de manuales de percepción (acomodación, vergencia, claves de prespectiva). Estas claves proporcionarían una información probabilística respecto a la tridimensionalidad ausente en la imagen retiniana, tendrían mayor o menor peso en el cómputo perceptivo en función de la validez adquirida mediante la experiencia pasada del individuo y permitirían explicar tanto

las situaciones en que se produce la constancia (aquellas en que su utilización daba lugar a una inferencia acorde con las propiedades del entorno por utilizarse las claves adecuadas en forma también adecuada) como aquellas en que se producirían ilusiones (aquellas en que la selección de las claves y/o su utilización no era la adecuada y conducía a una inferencia errónea).

La idea de que el sujeto perceptor detecta y maneja ciertas propiedades de un input sólo probabilísticamente relacionado con las propiedades del entorno tendría importantes repercusiones en muchas de las posteriores aproximaciones al estudio de la percepción. Así, Brunswick (1956) resaltaría la necesidad de efectuar estudios de campo (las «ecological surveys») que permitiesen evaluar la validez relativa de las distintas claves en los entornos cotidianos en los que se produce la percepción (Pomeranz y Kuvoby, 1986; han lamentado recientemente la carencia de «ecological surveys» en la actual psicología de la percepción). Los transacionalistas (Ames, 1957; Ittelson, 1952) concebirían el surgimiento de ciertas ilusiones como explicable en función a cómo las expectativas del observador harían basar la experiencia perceptiva en claves de profundidad engañosa (véase la explicación clásica de las ilusiones de Ames); el New Look (Erdelyi, 1974) iniciaría la investigación sistémica acerca de cómo el procesamiento no consciente es capaz de determinar las propiedades de la experiencia perceptiva consciente (Tipo de investigación que continúa efectuándose dentro del paradigma del procesamiento de la información; p. ej.: Dixon, 1971); Gregory (1970; 1974) explicaría la aparición de ciertas ilusiones lineales clásicas (p. ej.: la de Müller-Lyer), a partir del mismo tipo de inferencia inconsciente que este autor aplica a la percepción del tamaño de objetos reales; etcétera.

Un aspecto de la influencia de las concepciones de Helmholtz que merece especial atención es el referido al enfoque del procesamiento de la información. Lo primero que hay que indicar es, como muy bien señala Rock (1983, pág. 42) que «no se trata tanto de una teoría específica sobre la percepción como de un programa para analizar las fases de procesamiento que se asume ocurren desde el momento de la estimulación a la última cognición, decisión o acción». Esto es, se trata más de una concepción metodológica que de una orientación teórica concreta, por lo que, «como tal, la aproximación parece ser teóricamente neutral» (op. cit., pág. 42). Sin embargo, aunque podamos estar de acuerdo en que el procesamiento de la información pueda ser un instrumento teóricamente neutral, siempre es utilizado por investigadores que parten de ciertos supuestos teóricos, y aquí volvemos a encontrarnos con la influencia de Helmholtz.

Ciertamente, serán muy pocos los defensores del procesamiento de la información que compartan el radical empirismo de Helmholtz, pero serán muchos los que concordarán con él en considerar a nuestra percepción como una tarea de procesamiento en la que se suele llegar a conclusiones estables sobre las propiedades de nuestro entorno a partir de un input estimular ambiguo y carente de una organización intrínseca (la organización *la pondría* el perceptor), gracias al funcionamiento de mecanismos cuasilógicos o inferenciales (p. ej.: Lindsey y Norman, 1977;

Spoehr y Lemkule; 1982; Rock, 1983; Hochberg, 1986) y que, por tanto, se inscribirían en el marco de las teorías de la percepción que Cutting (1986) ha calificado como «teorías indirectas de la percepción».

En síntesis, la concepción de Helmholtz de que la percepción se basa en la utilización cuasi lógica y no consciente de un input estimular relativamente ambiguo, ha servido de marco referencial a un buen número de escuelas, orientaciones y paradigmas; y ha impregnado las versiones más usuales del enfoque del procesamiento de la información. Estos supuestos compartidos por la casi totalidad de los estudiosos de la percepción serán puntos claves donde centrará su ataque la revolución ecológica liderada por Gibson (especialmente en lo que compete a la supuesta ambigüedad del input estimular); pero ésta es otra historia y merece considerarse más detalladamente.

2.2. La revolución gibsoniana o, ¿qué es un sistema perceptivo?

2.2.1. ¿Evolución o revolución?

«La cognición visual, por tanto, se ocupa de los procesos mediante los cuales se construye el mundo percibido *a partir de un principio tan poco prometedor como son los patrones retinianos*» (Neisser; 1967, pp. 7 y 8; el subrayado es mío).

«Helmoltz postuló que debíamos deducir las causas de nuestras sensaciones porque no podíamos detectarlas. La hipótesis de que las sensaciones proporcionan claves o indicios para la percepción es similar. La popular fórmula de que podemos interpretar las señales sensoriales es una variante de ello. Pero me parece que todos los argumentos se reducen a lo siguiente: sólo podemos percibir el mundo si ya sabemos qué es lo que va a percibirse, y esto, por supuesto, es un argumento circular.»

Gibson, 1979; pp. 314

La utilización del término «revolución» es el encabezamiento de este apartado para referirse a las concepciones gibsonianas (y de todos los ecólogos perceptivos) es parcialmente correcto y, también, parcialmente incorrecto. Es correcto en el sentido de que algunas de estas concepciones chocan frontalmente con las admitidas por el *establishment*, pretenden constituirse en su alternativa sustitutoria y han dado lugar a un virulento debate científico. Es incorrecto en el sentido en que las concepciones ecológicas surgieron del mismo tronco (Lombardo, 1987), por lo que, en cierta medida, también sería correcto hablar de la «evolución gibsoniana» o de la «evolución de la ecología perceptiva».

Es difícil encontrar dentro de la psicología alguna otra figura que, como Gibson, haya podido dedicar tantos años de estudio continuado a un mismo dominio de conocimientos: La psicología de la percepción. En los 50 años, transcurridos entre su primera y última publicación (Gibson, 1929; 1979), Gibson publicó más de 110 trabajos (Reed y Jones, 1982) en un período comprendido entre los estertores del período clásico y la actualidad.

La evolución que llevó a Gibson desde las concepciones comunes a los autores que vivieron el declive del período clásico hasta las expuestas en «The ecological approach to visual perception» se inició en la década de los 30 (Gibson, 1933; 1937 a y b) con sus trabajos sobre la influencia de la adaptación selectiva a la curvatura y orientación, en la posterior percepción de estas propiedades. Los resultados obtenidos, la aparición de postefectos ante estas propiedades «complejas» de la estimulación, le llevaron a proponer que la percepción de estas propiedades era tan directa, inmediata y sensorial como la de aquellas que hasta entonces se habían tenido como más simples (p. ej.: el color o la temperatura). Esta posición implicó un alejamiento de la doctrina de las «sensaciones simples» como base de «percepciones más complejas»; alejamiento que continuaría a lo largo de toda la obra teórica de Gibson.

El segundo cambio en las concepciones de Gibson tuvo como eje referencial los estudios efectuados durante los años 40 y 50 sobre el control visual del movimiento (Gibson, 1947; 1950, 1958) y la informatividad potencial de ciertas «claves» clásicas de percepción de la profundidad, tal y como es el paralaje de movimiento (Gibson y Carell, 1952; Gibson, 1954; Beck y Gibson, 1955; Gibson, Olum y Roseblatt, 1955; Gibson, 1957).

En esta época Gibson analizó la reducción de la ambigüedad informativa de la imagen retiniana si se consideraban en ella los *gradientes* de paralaje inevitablemente producidos por los movimientos del observador. Este período, por tanto, marca el definitivo rechazo de Gibson respecto a las descripciones «puntuales» de la estimulación que habían sido frecuentes hasta la fecha, y de los estudios en los que, por mor de la simplicidad, se habían utilizado estimulaciones restringidas y poco representativas del input cotidiano. También es la época en la que se formula la «hipótesis de la correspondencia psicofísica» (Epstein, 1977) entre las propiedades del *input retiniano* y las de la percepción. Esto es, la hipótesis de que la constancia perceptiva dependía de la existencia de propiedades invariantes en la estimulación retiniana que guardaban una correspondencia estricta con algunas propiedades del estímulo distal. Aunque posteriormente Gibson desplazara la aparición de los invariantes de la imagen retiniana (Gibson, 1950) al patrón óptico (Gibson, 1966; 1979), no es infrecuente encontrarse con autores (p. ej.: Regan, 1982; 1986) que cuestionen la validez de las invariantes de Gibson en base a las distorsiones introducidas en la *imagen retiniana* por factores tales como los movimientos oculares.

El tercer período de cambio en la teoría de Gibson se inició con la década de los 60 y es, probablemente, el más fecundo de todos. En él apareció el concepto de patrón óptico, se perfeccionó el de invariante y llegaron a su punto álgido sus posicionamientos funcionalistas en su reformulación de las características de los sistemas perceptivos y de las propiedades extraídas por los mismos.

Los primeros estudios de este tercer período se inician con el redescubrimiento (Gibson, 1962) del tacto activo del que previamente se ocupara el psicólogo gestáltico Katz (1936; Schiff y Foulke, 1982; Loomis y Lederman, 1982).

Debido en gran medida a la doctrina de las energías nerviosas específicas

de Müller y a la influencia de autores como von Frey o Dallenbach, el primitivo sentido del tacto de Aristóteles se había descompuesto en una serie de microsentidos que respondían a diversos aspectos de la estimulación dérmica y «propioceptiva», centrándose la investigación relacionada con su estudio en trabajos en los que se evaluaban los efectos de la estimulación puntual aplicada a sujeto perceptor pasivo. El redescubrimiento por Gibson del incremento en la información obtenida mediante la exploración táctil activa (que implica componentes propioceptivos-cinestésicos distintos a la estimulación de tacto-presión); de la relativa independencia de la información obtenida respecto a los receptores activados y de las cualidades de lo que Gibson llamó «tacto indirecto» (Gibson, 1966; aquel en el que la piel del observador no hace contacto directo con el objeto explorado) llevaron a Gibson a profundizar en la idea de que, junto a la variabilidad en el input estimular, existían propiedades invariantes en la estimulación cuya detección, y no la de las sensaciones básicas, era la principal tarea de los sistemas perceptivos.

Dos de las inexactitudes más extendidas respecto a las concepciones de la ecología perceptiva se concretan en la idea de que, para este paradigma, el papel del sujeto en la percepción sería esencialmente pasiva («limitándose» a recoger la información disponible en el input estimular) y en la de que, por esta misma pasividad, este paradigma sería incapaz de dar cuenta (o siquiera admitir) la existencia de ilusiones visuales. Es posible que estos errores deriven, en gran medida, de una mala comprensión acerca de cómo concibe Gibson el patrón óptico y, sobre todo, cómo concibe la forma en que la información contenida en éste puede ser utilizada por los distintos sujetos perceptores.

Como ya indicamos, en el segundo de los períodos gibsonianos se postuló la necesidad de analizar globalmente las propiedades del input retiniano a fin de encontrar en éste ciertas propiedades invariantes que guardasen relación con las propiedades percibidas del entorno. En el tercer período que ahora comentamos la búsqueda de las invariantes se centró no ya en el input retiniano, sino en el «patrón óptico»; esto es, la estructura de la energía lumínica en los distintos puntos de observación *potencialmente* utilizables por el sujeto perceptor (véase Gibson, 1966; Bruce y Green, 1985; Lillo, 1989 a). ¿Qué consecuencias se derivaron de este cambio?

En primer lugar, las descripciones del input estimular basadas en el patrón óptico serían de mayor simplicidad y aplicabilidad que las basadas en la imagen retiniana. Serían más simples porque en ellas no habría que considerar los efectos derivados de los movimientos oculares, la potencia focalizadora de las lentes o las variaciones en la profundidad de campo que acompañan a los cambios en el diámetro de la pupila. Por otra parte, la descripción del input en términos del patrón óptico tendría mayor aplicabilidad que las efectuadas en términos de la imagen retiniana al ser válidas tanto para aquellos animales que, como los humanos, poseen un ojo cóncavo, como en aquellos otros en que la imagen retiniana simplemente no existe.

La segunda consecuencia de la introducción del patrón óptico en el sistema teórico de Gibson arranca de una crítica al concepto de estímulo proximal y tiene profundas consecuencias teóricas. En su acepción habitual

el estímulo proximal sería el input estimular que alcanza a los receptores en un momento determinado, pero, ¿cuál es la duración de este momento? La existencia de los fenómenos de persistencia e integración temporal que llevaron a formular las leyes de Blow y Talbot alejó a las propias concepciones tradicionales de caer en tentaciones instantaneistas y, desde entonces, ha sido común considerar que el sistema visual muestrea el input energético en tomas de algunas fracciones de segundo (Watson, 1986). Por otra parte, desde las concepciones de Gibson, que dejan de considerar a las propiedades de la imagen retiniana estática como punto de partida en la percepción visual y las sustituyen por unas propiedades invariantes que sólo se hacen explícitas gracias a la variación estimular, es obligado pensar en una toma de muestras estimulares de mayor duración temporal. Por ello, la información contenida en el patrón óptico no era ya la que activaba a los receptores en un momento determinado, sino la que estaba *potencialmente disponible* al sujeto perceptor y *podía* ser utilizada por éste tras una exploración de una determinada duración.

El cambio en la manera de concebir el input estimular, las propiedades consideradas relevantes en éste y la asignación de un papel activo al preceptor en la extracción de éstas, produjo una reconceptualización global en la forma de concebir el funcionamiento de los sistemas perceptivos. En las palabras de Boring (1967; pp. 150), *the senses considered as perceptual systems* fue la «auténtica primera psicología funcional de los sentidos que jamás se halla escrito». Así, el sistema visual no sólo estaba formado por aquellos elementos aferentes que permitían la transmisión y procesamiento del input estimular, sino también, y esto es lo esencial, por aquellos otros elementos eferentes que permitían la búsqueda activa de la información disponible al sujeto perceptor, la búsqueda de las «propiedades útiles de la estimulación» (Gibson, 1963); aquellas que permitirían a los diferentes seres vivos interactuar y sobrevivir en y con su entorno.

El último de los aspectos novedosos del tercer período de Gibson tuvo también un marcado carácter funcionalista y encontró una fuerte resistencia entre los teóricos del *establishment*, puesto que cuestionaba la propia esencia de las concepciones tradicionales acerca del resultado final de la percepción y la forma de llegar a éste. Nos estamos refiriendo al concepto de *affordance*.

Usualmente se ha considerado que la función primordial de los sistemas perceptivos era la de obtener información sobre ciertas propiedades de los objetos especialmente relevantes para la física de Newton. La forma, el tamaño, la distancia a la que se encuentra un objeto eran percibidos *indirectamente* mediante un proceso que operaba sobre un input estimular que sólo tangencialmente guardaba relación con estas propiedades. Por ello, el input estimular se preprocesaría para obtener primeramente información sobre ciertas propiedades «básicas» de la estimulación tales como la intensidad de la señal, la presencia de contornos en la imagen, etcétera; de forma que los mecanismos más directamente implicados en la percepción de las propiedades complejas y, por ello, más directamente relacionados con el output final (la forma, el tamaño, etcétera) operarían sobre los resultados previamente obtenidos en el procesamiento temprano de las propiedades «básicas». Por contra, para la ecología perceptiva la función

esencial de los sistemas perceptivos será la de obtener información sobre las propiedades funcionales (affordances) del entorno respecto al sujeto perceptor. Propiedades tales como la accesibilidad, la agarrabilidad, el riesgo de colisión, etcétera. Más aún, estas propiedades, al estar especificadas por las invariantes del input estimular se percibirían *directamente*, sin necesidad de que se diese un preprocesamiento de propiedades supuestamente más básicas.

Otras de las inexactitudes referidas a la ecología perceptiva se han centrado en la forma en que se ha interpretado el postulado de que «percibimos directamente algunas propiedades del entorno». Hablar de percepción directa no implica hablar de «percepción sin procesamiento», aunque así lo crean ciertos autores (Neisser, 1967; Goldstein, 1984); ni quiere decir que el sujeto no procese de ninguna manera el input estimular que llega a sus receptores; quiere decir, simplemente, que el procesamiento del input estimular preciso para detectar las affordances no tiene por qué requerir un preprocesamiento de propiedades que sólo son más elementales desde la óptica de la física de Newton. Un par de analogías nos servirán para aclarar más esta idea (Michaelis y Carello, 1981; Runeson, 1977; Pomeranz y Kubovy, 1981).

Las analogías a las que nos referimos se ocupan del funcionamiento de lo que se han llamado mecanismos «ingeniosos» (smart mechanisms). El primero de ellos (Runeson, 1977) es el planímetro polar. Este dispositivo es capaz de medir el área de cualquier superficie plana aunque ninguna de sus partes pueda identificarse con cualquier método convencional o intuitivo de efectuar esta tarea. Ciertamente, el planímetro no divide el área a medir en zonas más pequeñas que puedan posteriormente contarse ni, en el caso de figuras regulares, efectúa una medición de sus lados que algún tipo de algoritmo pueda utilizar para computar la superficie. El planímetro detecta «directamente» la magnitud de la superficie medida y, lo que es más importante, es bastante ineficaz a la hora de proporcionar información sobre una propiedad más «básica», tal y como es la longitud (p. ej.: del perímetro).

Un ejemplo más familiar de «dispositivo ingenioso» viene proporcionado por el velocímetro que suelen incorporar la mayor parte de los automóviles (Pomeranz y Kubovy, 1981). En la determinación de la velocidad este dispositivo no mide ni la distancia ni el tiempo (propiedades «básicas» que nos podrían servir para determinar la velocidad). Más aún, el odómetro (cuentakilómetros) de muchos coches suele medir la distancia recorrida a partir de las revoluciones de uno de los elementos del velocímetro; de forma que el mecanismo que está directamente diseñado para obtener información sobre una propiedad «compleja» (la velocidad) sirve secundariamente para la obtención de información sobre una propiedad «simple».

El cuarto y último período del pensamiento de Gibson tiene su máximo exponente en el libro «The ecological approach to visual perception» y puede considerarse como un período de consolidación. En él los conceptos surgidos durante el tercer período darían lugar a una abundante literatura experimental. Las metas y procedimientos de este «paradigma ecológico» serán el tema de análisis del siguiente apartado.

2.2.2. *La ecología perceptiva en la actualidad*

«Los estudios que han empleado el paradigma del movimiento biológico han revelado una capacidad perceptiva altamente exacta y detallada para abstraer información espacial a partir de este tipo de movimientos dinámicos, patrones que se caracterizan por ser altamente complicados desde un punto de vista mecánico-matemático. Por otra parte, también sabemos que los experimentos con menos elementos y funciones matemáticas simples dan como resultado frecuente preceptos ambiguos e indefinidos. En mi trabajo experimental sobre la percepción de eventos a menudo he observado este efecto: existe una relación directa entre, por una parte, la complejidad matemática en el flujo estimular y, por otra, la eficiencia perceptiva, la especificidad y la sensibilidad... *Evidentemente, el sistema visual está especialmente construido para enfrentarse con flujos ópticos de este tipo. Dicho de otra manera, lo que es fácil para el sistema visual es complejo para nuestras matemáticas, y lo que es simple matemáticamente le resulta difícil de manejar a nuestro sistema.*»

Johansson, 1985; pp. 46-47. El subrayado es mío.

El que no pertenezca a Gibson el párrafo seleccionado para abrir este apartado dista de ser una casualidad. Sin duda, a este autor se debe el planteamiento de la mayor parte de las concepciones esenciales en la aproximación ecológica; por otra parte, han sido muchos los autores que comparten en mayor o menor grado las concepciones de Gibson y son ellos los que tienen en sus manos el futuro de este enfoque.

Aun a riesgo de simplificar, podemos considerar que en la actual ecología perceptiva existen dos líneas claramente definidas. Una «radical» (p. ej.: Michaelis y Carello, 1981; Runeson, 1977; Turvey et al., 1981; Ware, 1984; Warren y Shaw, 1985) y otra «moderada» (Johansson, 1985; Cutting, 1986). Ambas compartirían ciertos aspectos de la teoría de Gibson, entre ellas podríamos resaltar las siguientes:

1. La idea de que existen ciertas propiedades invariantes en el flujo estimular y de que la adecuación y estabilidad de la percepción cotidiana se basa en las mismas.
2. La concepción de que la estimulación dinámica tiene un mayor nivel informativo que la estática y, por ello, permite un tipo de percepción distinto al que se da ante ésta.
3. El interés en buscar situaciones experimentales que guarden correspondencia con la percepción cotidiana (validez ecológica).
4. La idea de que la información contenida en las invariantes estímulares puede extraerse «directamente»; esto es, sin un preprocesamiento de las cualidades tradicionalmente consideradas como más simples, puesto que, parafraseando a Johansson, «el sistema visual está especialmente construido para enfrentarse con flujos ópticos de este tipo...»

Respecto a las diferencias entre las dos líneas (Gibson, 1970; 1977; Johansson, 1970; Mace, 1985; Lappin, 1985; Cutting, 1986), podríamos concretarlas en tres aspectos:

1. Siguiendo a Gibson, la tendencia radical considera completamente inválida la utilización de la dicotomía estímulo distal-estímulo proximal. Por contra, la tendencia moderada considera que el concepto de estímulo proximal puede ser válido si se le considera extendido espaciotemporalmente.
2. Sólo los defensores de la línea radical consideran esencial al concepto de *affordance* (Shaw y Hazelet, 1986). Desde la línea moderada este concepto o no se utiliza (Johansson, 1986) o se considera ambiguo (Cutting, 1986).
3. Las concepciones moderadas consideran posible la integración de las posturas ecológicas con el enfoque del procesamiento de la información.

A la luz de los puntos comunes y las diferencias en cómo se concibe la aproximación ecológica, es posible distinguir entre dos tipos de estudios: aquellos que se consideran válidos para las dos líneas y aquellos específicos a cada una de ellas. Los primeros pueden dividirse de la siguiente manera (véase Lillo, 1989 a y b, para un comentario más amplio de algunos de estos estudios):

1. Estudios descriptivos en los que se analiza la estimulación en busca de posibles invariantes. Dentro de este tipo de trabajos se incluirían los recogidos en Gibson (1950, 1979); Todd (1981, 1982) o Cutting (1986) y que se refieren a la estimulación cotidiana; así como los que aparecen en Cutting y Proffitt (1981) centrados en la estimulación que permite el reconocimiento de la identidad sexual en condiciones de movimiento biológico.
2. Estudios en los que se evalúa el grado en que una o más variantes influyen en la percepción y conducta de un sujeto en condiciones normales de estimulación. Ejemplos de este tipo de investigación serían los trabajos de Lee y Stoffregen (Lisman y Lee, 1973; Lee y Aronson, 1974; Lee y Lishman, 1975; Stoffregen, 1985, 1986; et al. 1987) sobre la influencia del flujo óptico en el control visual del equilibrio y la locomoción.
3. Estudios en los que se analizan las capacidades innatas de detección de invariantes o los cambios en las mismas debidos al aprendizaje o la maduración (Kellman, 1984; E. Gibson, 1969; 1984).

Respecto a las diferencias, quizá lo más específico de la línea radical haya sido el inicio sistemático del estudio de la percepción de las *affordances* (Warren, 1984; et al. 1986) y el intento de efectuar descripciones integradas de ciclos percepción-conducta-percepción (Lee et als., 1982; Von Hofsten, 1983). Por su parte, el sector moderado se ha ocupado de esbozar los requisitos de las tareas de procesamiento implicadas en la detección de invariantes (Johansson, 1985; Cutting, 1986).

3. LA PAJA EN EL AJENO Y LA VIGA EN EL PROPIO

«Uno de los puntos fuertes de las aproximaciones gibsonianas (eg. Gibson, 1959; 1979; Johansson, 1977 a; b; 1982) es que parecen ofrecer

una especificación de situaciones globalmente simples pero localmente complejas. Tal vez por esta razón den de lado la cuestión de los límites de los observadores a la hora de enfrentarse con la complejidad del patrón óptico; uno busca en vano en la literatura alguna sugerencia de que tales límites existan.»

Hochberg, 1986, pg. 21

«Si la percepción del ambiente se basa realmente en “glimpses” (fijaciones sucesivas) *tiene* que ser un proceso de construcción. Si los datos son insuficientes, el observador debe ir más allá de los datos. ¿Cómo? Algunas de las mentes más poderosas de la historia han intentado en vano contestar esta pregunta.

Gibson, 1979; pp. 304

Tal vez lo que más dificulte la, en mi opinión, necesaria integración entre las posiciones del *establishment* y las de ecología perceptiva haya sido la frecuente caricaturización con la que han descrito a su concepción antagonista los defensores de cada uno de estos enfoques. No hay afirmaciones más fáciles de rebatir que las que nunca se han formulado, ni forma más sencilla de lograr la autoafirmación.

Ciertamente, los ecólogos han insistido en la existencia de ciertas invariantes en la estimulación que especificarían ciertas propiedades del entorno y que *permitirían* al sujeto tener una percepción adecuada a éstas. Pero decir esto no implica que la ecología postule que la percepción haya de ser siempre fideligna y que, por ello, este enfoque no esté capacitado para explicar la aparición de las ilusiones perceptivas. Sin ir más lejos, el propio Gibson (1966, capítulo 5), tras describir ciertos aspectos de la información contenida en el patrón óptico, dedicó la mayor parte de un capítulo de la obra citada a analizar las diferencias en capacidad de extracción de los distintos sistemas visuales. Una cosa es que exista la información y otra, muy distinta, que el receptor pueda, o quiera, extraerla.

Dos líneas de investigación recientes, una sobre la percepción de contornos oclusivos (Hochberg et als., 1977; 1978; Hochberg, 1982; véase también 1986) y otra sobre «el efecto de las condiciones ecológicas de observación en la ilusión de la habitación distorsionada de Ames» (Gehring y Engel; 1986), no servirán de ejemplo sobre cómo se puede «olvidar» la diferencia entre la «especificidad en el patrón estimular» y la «especificidad-ajuste en la percepción». Hochberg y sus colaboradores han demostrado que la obtención de la información suministrada por los contornos oclusivos (Kaplan, 1969) depende, entre otras cosas, de la excentricidad con la que éstos se proyectan en la retina, y que la misma estimulación que puede ser efectiva en la fovea puede no serlo en la periferia (¡tampoco lo sería si el observador cerrase los ojos!); pero ello no reduce un ápice la informatividad presente en la estimulación.

Pasemos ahora a ocuparnos del trabajo de Gehring y Engel sobre la ilusión de Ames en condiciones ecológicas de observación. Como todo el mundo sabe, en las condiciones usuales la habitación de Ames produce una espectacular ruptura de la constancia de tamaño, pero ¿qué sucedería

de asemejar las condiciones de observación a las cotidianas? De acuerdo con los resultados de Gehringer y Engel el incremento en la normalidad de la observación (utilización de los dos ojos, realización de movimientos de cabeza, etcétera) lleva consigo una aproximación progresiva la constancia aunque, en sus datos, no se llegue a conseguirla. ¿Invalida las premisas de la ecología perceptiva esta no consecución? La respuesta es «no» y el argumento en que se basa esta negativa vuelve a ser el de diferenciar entre las potencialidades de la estimulación y las capacidades del observador.

Tampoco la ecología perceptiva está libre del pecado de caricaturizar las concepciones de sus oponentes y de utilizar tales caricaturas como blanco de sus críticas. Cierto es que muchas investigaciones siguen siendo instantaneistas en su forma de realizar experimentos que poco tienen que ver con la percepción cotidiana y que su forma de tratar el «procesamiento de la información» no está muy lejos de las concepciones de Wundt y Helmholtz (sustitúyase «sensaciones» por input estimular; p. ej.: Spoehr y Lemkule, 1982). Pero la obra de David Marr (1982) y de los autores encuadrados dentro de lo que se ha llamado «procesamiento biológico de las imágenes en movimiento» (Nakayama, 1985) demuestra a las claras que el enfoque del procesamiento de la información puede aplicarse a la propia detección de invariantes que tan vital es a la ecología perceptiva.

Otro «pecado» común a la ecología perceptiva y a los defensores del *establishment* es, siempre en mi opinión, la pasividad atribuida al sujeto perceptor, dándose la curiosa paradoja de que un enfoque supone un observador pasivo donde el otro le otorga un papel activo y viceversa.

La ecología perceptiva tiene razón al criticar la pasividad del observador en la gran mayoría de las situaciones experimentales utilizadas por el *establishment*. Mentoneras que impiden los movimientos de cabeza, puntos de fijación, exposiciones taquistoscópicas... Nuestra principal tarea es la de explicar la percepción cotidiana y este tipo de impedimentos enfrentan indudablemente a los sistemas perceptivos con situaciones para las que no están preparados, reduciéndose por ello la validez ecológica de los resultados obtenidos en ellas.

Los defensores del *establishment* tiene razón cuando critican el escaso interés de los ecólogos en explicar las peculiaridades de la percepción cuando el input estimular no es específico. La percepción también se da ante estimulaciones breves, condiciones reducidas de iluminación, dibujos, fotografías, etcétera; y es en estas ocasiones donde más claramente se delinea el papel activo que han de jugar los mecanismos de procesamiento de que dispone el sujeto perceptor (Shepard, 1984). Por ello, una explicación plena del hecho perceptivo ha de explicar tanto el papel activo del perceptor en la extracción de la información (en línea como lo indicado por los ecólogos) como el papel también activo en el procesamiento de la información extraída (como insisten los defensores del *establishment*).

La ecología perceptiva ha sido insistente llamando la atención sobre el hecho de que ciertas propiedades de la estimulación sólo surgen al considerar a ésta extendida temporalmente. El precio frecuentemente pagado ha sido el de extender hasta el infinito el hipotético muestreo

estimular efectuado por los sistemas perceptivos (Michaellis y Carello, 1981). Es cierto que ciertas propiedades de la estimulación sólo aparecen si ésta se extiende temporalmente; es cierto que en ciertos fenómenos perceptivos (Kellman, 1984; Rogowitz, 1984) no se pueda aplicar la analogía del movimiento estroboscópico; pero ello no exime de la necesidad de determinar la duración de las «tomas» o «ventanas temporales» requeridas para computar las variables estimulares de interés y tal trabajo parece que ya se ha empezado a realizar (p. ej.: Schiff y Detwiler, 1979; McLeod y Ross, 1983).

4. HACIA LA INTEGRACION

«En breve, aunque yo esté de acuerdo con Gibson en que el cerebro ha evolucionado para extraer invariantes en condiciones favorables; también presumo que ha evolucionado para servir al organismo en condiciones menos favorables como son la noche, la observación obstruida y limitada espacial o temporalmente...»

Shepard, 1984, pág. 418

El apartado anterior se ocupó de mostrar los principales puntos de choque en el conflicto ecología perceptiva-establistment. En contraposición, éste mostrará dos ejemplos de la posibilidad, necesidad y conveniencia de una integración entre estos dos enfoques, y finalizará esbozando un posible marco general para integrar sus aportaciones.

La descripción de una serie de invariantes en la estimulación asociada a un punto de observación en movimiento se remonta a Gibson (1950) (véase también, Lillo, 1989 b). Entre ellos se encontrarían un centro de expansión que especificaría la parte del entorno hacia el que se dirige el movimiento; un centro de contracción asociado a la parte del entorno de la que se produce el máximo alejamiento (debido a su naturaleza, el flujo óptico producido en estos centros se denomina «flujo radial») y una serie de desplazamientos laterales correspondientes a los ángulos sólidos de las superficies alejadas de los centros de contracción y expansión (el «flujo lamelar»). Como el propio Gibson ha indicado repetidamente (Gibson, 1950, 1966, 1979), lo que se había descrito era una serie de invariantes que *podían* controlar ciertos aspectos de nuestra motricidad, ¿los controlan de hecho?

La primera respuesta al respecto provendría de los experimentos realizados al inicio de la década de los 70 por Lee y colaboradores (Lishman y Lee, 1973; Lee y Aronson, 1974; Lee y Lishman, 1975) en los que el tema concreto de estudio fue el del control visual de la postura erecta. Se partió de un hecho bien conocido: el mantenimiento de esta postura conlleva siempre pequeñas oscilaciones (hacia detrás y adelante) y es más difícil en ausencia de estimulación visual.

Como siempre que se realizan experimentos, se procedió a simplificar la situación estudiada a fin de manipular sin interferencias la variable estimular de interés: el flujo óptico. Lo que se logró mediante la utilización de habitaciones móviles que reproducían el flujo óptico usualmente pro-

ducido por la oscilación de la postura erecta. ¿Los resultados?; el control visual del equilibrio estaba mediado por las invariantes del flujo óptico.

El siguiente paso fue el de intentar determinar la naturaleza y propiedades de los mecanismos que permitían el control visual. Como era de esperar a la vista del desinterés crónico de los ecólogos por estos temas, las principales aportaciones al respecto provendrían de las filas del *establishment* y se obtendrían mediante la masiva utilización de tambores rotatorios y dispositivos similares (Dichgans y Brandt, 1978). Aunque fueron muchas las conclusiones extraídas, en esta discusión sólo nos interesa una: sólo las porciones periféricas de la retina (y no las centrales) parecían capaces de mediar el procesamiento de la información referida al automovimiento (el desplazamiento del propio perceptor).

La siguiente aportación ecológica a nuestro tema de estudio tendría que esperar a la segunda mitad de esta década (Stofegen, 1985; 1986; et als., 1987) y, cómo no, arrancaría de un análisis y crítica de la estimulación utilizada en los experimentos recogidos en Dichgans y Brandt (1978). Recuérdese que estos experimentos se basaron en la estimulación producida mediante tambores rotatorios y, como indicó Stofegen, carecían de validez ecológica. ¿Por qué?, porque en la locomoción normal, y en las oscilaciones de la postura erecta, se da tanto flujo radial (que suele proyectarse en la retina central) como lamelar (que lo hace en la periférica), mientras que el patrón estimular proporcionado por un tambor rotatorio es sólo un remedo del flujo lamelar y se proyecta por igual en todas las partes de la retina. ¿Qué sucedería de proyectar en la retina central un tipo de estimulación más acorde con la que la alcanza normalmente (flujo radial). Lo que sucedió en los experimentos de Stofegen, en los que se emplearon habitaciones oscilantes, fue que este área de la retina se mostró como sensible al automovimiento y que su anterior insensibilidad al mismo se reveló como un subproducto de la mala selección de la estimulación utilizada en las investigaciones del *establishment* (probablemente debida al habitual descuido con que estas posiciones analizan las propiedades del input estimular cotidiano).

¿Termina aquí nuestra historia? Evidentemente no. Aunque los ecólogos hayan demostrado la existencia de dos subsistemas especializados en detectar propiedades específicas de la estimulación, falta por determinar cómo se procesan tales propiedades. Los únicos esfuerzos sistemáticos al respecto proceden, no sorprendentemente, de psicólogos del *establishment* (p. ej.: Regan y Beverley, 1979; 1980; Regan et al., 1986) y han centrado sus primeras investigaciones en el estudio de los canales que parecen procesar el cambio temporal del tamaño de los ángulos sólidos proyectados en la retina.

En síntesis, aunque los contrapuestos hábitos teóricos ya experimentales de ecólogos y defensores del *establishment* hayan llevado a cada uno de estos grupos a ocuparse de aspectos distintos de un mismo problema, la naturaleza del mismo ha hecho que sean complementarios los resultados de sus esfuerzos experimentales; siendo cada vez más evidente la insuficiencia de limitarse a estudiar, como hacen los ecólogos, las propiedades del input estimular (y el grado en que el sujeto las utiliza); o, refiriéndonos ahora al *establishment*, la inadecuación intrínseca de postular mecanismos

de procesamiento sin tener en cuenta la naturaleza y funcionalidad de las propiedades de la estimulación que tales mecanismos han de procesar.

Ocupémonos ahora del segundo ejemplo seleccionado para mostrar el carácter fructífero de la integración entre las concepciones procedentes de la ecología perceptiva y de las posiciones del *establishment*, ejemplo que se basa esencialmente en la genial exposición de Shepard (1984).

El ámbito en el que aplicaremos concepciones ecológicas sería considerado anatema por cualquier ecólogo ortodoxo (Gibson a la cabeza): la naturaleza de las representaciones internas que median en la «rotación mental de las imágenes (Fincke y Shepard, 1986) y en el «movimiento rotacional aparente (Shepard y Cooper, 1982).

¿Cuál es la idea básica que permite a Shepard aplicar concepciones ecológicas a un marco tan ajeno a la ecología ortodoxa? Simplemente, la de considerar, como Gibson, que la evolución en nuestro planeta se ha dado en un entorno físico que presenta ciertas regularidades; que tales invariantes se reflejan en las invariantes estímulares que alcanzan a los sujetos perceptores y que por ello, y ésta es la aportación original de Shepard, las representaciones «internas» o «mentales» deben reflejar las regularidades de nuestro entorno. ¿Datos concretos en apoyo de esta idea? Los resultados de los experimentos de movimiento aparente rotacional y los de rotación mental de imágenes se ajustan a las predicciones que podemos derivar a partir del teorema de Chasles y, por tanto, a las esperables de un sistema que hubiese internalizado ciertas regularidades de nuestro entorno.

El análisis efectuado por Shepard nos puede llevar a una conclusión aún más sorprendente; en sus propias palabras (Shepard, 1984; pág. 442).

Sin embargo, la forma más directa para evaluar hasta qué punto se han incorporado ciertas constricciones (o regularidades) externas en los mecanismos o “loops” internos, el mediante el bloqueo del “loop” externo. Así, utilizando un ambiente de baja validez ecológica en el que se eliminó el ciclo diurno de luz y oscuridad los investigadores de la conducta animal descubrieron que los animales habían internalizado el período invariante de la rotación terráquea. Del mismo modo, presentando situaciones ecológicamente inválidas en las que se elimina el movimiento físico entre dos posiciones estamos empezando a descubrir que los humanos han internalizado los principios invariantes de la geometría cinemática.»

Como punto final, y a la luz de los dos ejemplos de integración expuestos, podríamos esbozar un marco general que permitiese integrar las, en mi opinión, mejores virtudes de ambos enfoques. El objetivo general a conseguir sería el de lograr una descripción del hecho perceptivo que tuviese en cuenta:

1. Las invariantes estímulares presentes en condiciones de estimulación de alta validez ecológica y el grado y la forma en que éstas son utilizadas por los sujetos.
2. Los mecanismos de procesamiento de las invariantes y su forma de funcionamiento en condiciones de estimulación óptimas y no óptimas.

En la consecución de los objetivos mencionados, y junto a los tres tipos de estudios que se expusieron en el punto 2.2.2. habría que introducir los siguientes:

4. Estudios en los que se determinen cuáles son las condiciones límites de estimulación que permiten el procesamiento adecuado de una invariante (Cutting, 1986).
5. Estudios en los que se empleen condiciones estimulares de baja validez ecológica a fin de determinar el grado en que un sistema perceptivo ha internalizado las regularidades externas del entorno (Shepard, 1984).
6. Estudios en los que se pretenda determinar la naturaleza de las representaciones y procesos que posibilitan la computación de las invariantes y de la información en ellas contenida (Marr, 1982).

Evidentemente, la empresa necesaria de combinar las mejores cualidades de la ecología perceptiva con las del procesamiento de la información no ha hecho más que empezar.

Referencias

- AMES, A. (1957). Visual Perception an the Rotating Trapezoidal Window. *Psychological Monographs*, 65. Todo el número 324.
- BECK, J. y GIBSON, J. J. (1955). The rlation of Apparent Shaple to Apparent Slant in the Perception of Oabjects. *Journal of Experimental Psychology*, 50. 125-133.
- BORING, E. G. (1942). *Sensation and Perception in the History of Experimental Psychology*. Nueva York. Appletton-Century-Crofts.
- BORING, E. G. (1967). Review of J. J. Gibson's The Senses Considered as Perceptual Systems. *American Journal of Psychology*, 80. 150-154.
- BRUCE, V. y GREEN, P. (1985). *Visual Perception: Physiology, Psychology and Ecology*. Londres. LEA.
- BRUNSWICK, E. (1956). *Perception and the Representative design of Psychological Experiments*. Berkeley. University of California Press.
- CAPARROS, A. (1977). El resurgir de la Percepción en la Psicología Contemporánea. *Anuario de Psicología*, 16. 62-94.
- COREN, S. y GIRCUS, J. S. (1978). *Seeing is deceiving: The Psychology of Visual Ilusions*. Londres. LEA.
- CUTTING, J. E. (1986). *Perception with and Eye for Motion*. Londres. MIT Press.
- CUTTING, J. E. y PROFFITT, D. R. (1981). *Gait Perception as an Example of how we may perceive events*. En R. D. Walk y H. L. Pick (Eds.). *Intersensory Perception and Sensory Integration*. Nueva York. Plenum.
- DICHGAMS, J. y BRANDT, T. (1978). Visual-Vestibular interaction: Effects on Self Motion Perception an Postural Control. En R. Held, H. Leibowitz y H. L. Teubert. *Handbook of Sensory Psysiology*. Vol. VIII. Berlin. Springer-Verlag.
- DIXON, N. F. (1971). *Subliminal Perception: The Nature of a Controversy*. Londres. Mc Graw-Hill.
- ERDELYI, M. H. (1974). A New Look at the New Look: Perceptual Defense and Vigilance. *Psychological Review*, 81. 1-15.
- EPSTEIN, W. (1977). *Stability and Constancy in Visual Perception: Mechanisms and Processes*. Nueva York. John Willey & Sons.
- FINKE, R. A. y SHEPARD, R. N. (1986). Visual functions of mental imagery. En K. R. Boff, LL. Kaufman y J. Thomas (Eds.). *Handbook of Perception and Human Performance*. Vol. 1. Nueva York. Willey.
- FRISBI, J. P. (1979). *Seeing: Ilusion, Brain and Mind*. Oxford University Press. Trad. esp. Madrid, Alianza 1988.

- FODOR, J. A. y PYLYSHYN (1981). How Direct is Visual Perception: Some Reflections on Gibson «Ecological Approach». *Cognition*. Trad. cast. en J. E. García-Albea (Comp.) *Percepción y Computación*. Madrid. Pirámide 1986.
- GARCÍA-ALBEA, J. E. (1986). Ecologismo «versus» Computación Natural. En J. E. García-Albea (Comp.). *Percepción y Computación*. Madrid. Pirámide.
- GEHRINGER, W. L. y ENGEL, E. (1986). Effect of Ecological Viewing Conditions on the Ames Distorted Room Illusion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12. 181-185.
- GIBSON, E. J. (1969). *Principles of Perceptual Learning and Development*. Nueva York. Appleton-Century-Crofts.
- GIBSON, E. J. (1984). Perceptual Development from the Ecological Approach. En M. E. Lamb, A. L. Brown y B. Rogoff (Eds.). *Advances in Developmental Psychology*. London. LEA.
- GIBSON, J. J. (1929). The Reproduction of Visually Perceived Forms. *Journal of Experimental Psychology*, 12. 1-39.
- GIBSON, J. J. (1933). Adaptation, After-effect and Contrast in the Perception of Curved Lines. *Journal of Experimental Psychology*, 16. 1-31.
- GIBSON, J. J. (1937 a). Adaptation, After-effect and Contrast in the Perception of Tilted Lines: II. Simultaneous Contrast and the Areal Restriction of the After-Effect. *Journal of Experimental Psychology*, 20. 553-569.
- GIBSON, J. J. (1950). The Perception of the Visual Word. Boston. Houghton Mifflin.
- GIBSON, J. J. (1954). The Visual Perception of Objective Motion and Subjective Movement. *Psychological Review*, 61. 304-314.
- GIBSON, J. J. (1957). Optical Motions and Transformations as Stimuli for Visual Perception. *Psychological Review*, 64. 288-295.
- GIBSON, J. J. (1958). Visually Controlled Locomotion and Visual Orientation in Animals. *British Journal of Psychology*, 49. 182-194.
- GIBSON, J. J. (1959). Perception as a Function of Stimulation. En S. Koch (Ed.). *Psychology: A Study of a Science (Vol. 1)*. Nueva York. McGraw-Hill.
- GIBSON, J. J. (1962). Observations on Active Touch. *Psychological Review*, 69. 477-491.
- GIBSON, J. J. (1963). The Useful dimensions of Sensibility. *American Psychologist*, 18. 1-15.
- GIBSON, J. J. (1966). *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Boston. Houghton Mifflin.
- GIBSON, J. J. (1970). On Theories for Visual Space Perception: A Reply to Johansson. *Scandinavian Journal of Psychology*, 11. 75-79.
- GIBSON, J. J. (1977). On the Analysis of Change in the Optic Array. *Scandinavian Journal of Psychology*, 18. 161-163.
- GIBSON, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston. Houghton-Mifflin.
- GIBSON, J. J. y CAREL, W. (1952). Does Motion Perspective Independently Produce the Impression of a Receding Surface? *Journal of Experimental Psychology*, 44. 16-18.
- GIBSON, J. J., OLUM, P. y ROSENBLATT, F. (1955). Parallax and Perspective during Aircraft Landings. *American Journal of Psychology*, 68. 372-385.
- GREGORY, R. L. (1970). *The Intelligent Eye*. Nueva York. Mc Graw-Hill.
- GREGORY, R. L. (1978). *Eye and Brain* (3.^a ed.). Nueva York. Mc Graw-Hill.
- HELMHOLTZ, H. (1866). *Treatise on Physiological Optics (Vol. III)*. Trad. 3.^a ed. alemán. Nueva York. Dover, 1924. Reimp. 1962.
- HELMHOLTZ, H. (1881). *Popular Scientific Lectures (E. Atkinson, trans.)*. Nueva York: Appleton, 1881.
- HOCHBERG, J. (1979). Sensation and Perception. En E. Hearst (Ed.). *The First Century of Experimental Psychology*. London. LEA.
- HOCHBERG, J. (1982). ¿How Big is a Stimulus? En J. Beck (Ed.). *Organization and Representation in Perception*. London. LEA.
- HOCHBERG, J. (1986). Representation of Motion and Space in Video and Cinematic Displays. En K. R. Boff; LL. Kaufman y J. P. Thomas (Eds.) *Handbook of Perception and Human Performance (Vol. 1)*. Nueva York. Jhon Willey and Sons.
- HOCHBERG, J., GREEN, J. y VIROSTECK, S. *Texture occlusion Requires Central viewing: Demonstration, data and Theoretical Implications*. Paper delivered at the APA Convention, 1978.
- ITTELSON, W. H. (1952). *The Ames Demonstrations in Perception*. Princeton. N.J. Princeton University Press.
- JAMES, W. (1890). *Principles of Psychology*. Nueva York. Holt.
- JOHANSSON, G. (1977 a). Spatial Constancy and Motion in Visual Perception. En W. Epstein. *Stability and Constancy in Visual Perception: Mechanisms and Processes*. Nueva York. John Willey and Sons.
- JOHANSSON, G. (1977 b). Studies on Visual Perception of Locomotion. *Perception*, 6. 365-376.
- JOHANSSON, G. (1982). Visual Space Perception Through Motion. En A. H. Wertheim,

- W. A. Wagenaar y H. W. Leibowitz (Eds.). *Tutorials in Motion Perception*. Nueva York. Plenum.
- JOHANSSON, G. (1985). About Visual Event Perception. En W. H. Warren y R. E. Shaw (Eds.), *Persistence and Change*. London. LEA.
- KAPLAN, G. A. (1969). Kinetic Disruption of Optical Texture: The Perception of Depth at an Edge. *Perception and Psychophysics*, 6, 193-198.
- KATZ, D. A. Sense of Touch: The Technique of Percussion, Palpation and Massage. *British Journal of Physical Medicine*, 11, 146-148.
- KELLMAN, P. J. (1984). Perception of Three-Dimensional Form By Human Infants. *Perception and Psychophysics*, 36, 353-358.
- LAPPIN, J. S. (1985). Reflections on Gunnar Johansson's Perspective on the Visual Measurement of Space and Time. En W. H. Warren y R. E. Shaw (Eds.), *Persistence and Change*. London. LEA.
- LEAHEY, T. (1980). *A History of Psychology*. Nueva York. Prentice-Hall. Trad. cast. *Historia de la Psicología*. Madrid. Debate. 1982.
- LEE, D. N. y ARONSON, E. (1974). Visual Proprioceptive Control of Stacing in Infants. *Perception and Psychophysics*, 15, 529-532.
- LEE, D. N. y LISHMAN, J. R. (1975). Visual Proprioceptive Control of Stance. *Journal of Human Movement Studies*, 1, 87-95.
- LEE, F. N., LISHMAN, J. R. y THOMPSON, J. A. (1982). Regulation of Gait in Long-Jumping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 448-459.
- LILLO, J. (1988 a). El Concepto de Invariante en Ecología Perceptiva: Aspectos Generales e Invariantes Estructurales (manuscrito no publicado).
- LILLO, J. (1988 b). El Concepto de Invariante en Ecología Perceptiva: Invariantes Transformacionales y Conclusiones Generales (manuscrito no publicado).
- LISHMAN, J. R. y LEE, D. N. (1973). The Autonomy of Visual Kinaesthesia. *Perception*, 2, 287-294.
- LOMBARDO, T. J. (1987). *The Reciprocity of Perceiver and Environment*. London. LEA.
- LOOMIS, J. M. y LEDERMAN, S. (1986). Tactual Perception. En K. R. Boff, LL. Kaufman y J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance (Vol. II)*. Nueva York. Jhon Willey and Sons.
- MARR, D. (1982). Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information. San Francisco. Freeman & Co.
- MCCLEOD, R. W. y ROSS, H. E. (1983). Optic-Flow and Cognitive Factors in time-to-Collision Stimates. *Perception*, 12, 417-423.
- MICHAELLIS, C. y CARELLO, C. (1981). *Direct Perception*. Nueva York. Prentice Hall.
- NARAYAMA, K. (1985). Biological Image Motion Processing: a Review. *Vision Research*, 25, 625-660.
- NEISSER, U. (1967). *Cognitive Psychology*. Nueva York. Appleton-Century-Crofts.
- NEISSER, U. (1976). *Cognition and Reality: Principles and Implications of Cognitive Psychology*. San Francisco. Freeman.
- POMERANZ, J. R. y KUVOPY, M. (1981). Perceptual Organization: An Overview. En M. Kuvoby y J. R. Pomeranz. *Perceptual Organization*. London. LEA.
- POMERANZ, J. R. y KUVOPY, M. (1986). Theoretical Approaches to Perceptual Organization. En K. R. Boff, LL. Kaufman y J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance (Vol. II)*. Nueva York. Jhon Willey and Sons.
- REED, E. y JONES, R. (1982). *Reasons for Realism*. London. LEA.
- REGAN, D. (1982). Visual Information Channelling in Normal and disordered Vision. *Psychological Review*, 89, 407-444.
- REGAN, D. y BEVERLY, K. I. (1979). Visually Guided Locomotion: Psychophysical Evidence for a Neural Mechanism Sensitive to Flow Patterns. *Science*, 205, 311-313.
- REGAN, F. y BEVERLY, K. I. (1980). Visual Responses to Changing Size an to Sideways Motion for Different Directions of Motion in Depth: Linearization of Visual Responses. *Journal of the Optical Society of America*, 70, 1289-1296.
- REGAN, D., KAUFMAN, LL. y LINCOLN, J. (1986). Motion in Depth and Visual Aceleration. En K. R. Boff, LL. Kaufman y J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance (Vol. I)*. Nueva York. Jhon Willey and Sons.
- ROCK, I. (1977). In Defense of Unconscious Inference. En W. Epstein (Ed.), *Stability and Constancy in Visual Perception: Mechanims and Processes*. Nueva York. Willey.
- ROCK, I. (1983). *The Logic of Perception*. London. MIT Press.
- ROGOWITZ, B. E. (1984). The Breackdown of Size Constancy under Stroboscopy Illumination. En L. Spillman, B. R. Wooten (Eds.), *Sensory Experience, Adaptation and Perception*. Londres. LEA.
- RUNESON, S. (1977). On the Possibility of «Smart» Perceptual Mechanisms. *Scandinavian Journal of Psychology*, 18, 172-179.
- SHAW, R. E. y HAZELETT, W. M. (1986). Schemas in Cognition. En V. McCabe y G. J. Balzano. *Event Cognition: An Ecological Perspective*. Londres. LEA.

- SCHIFF, W. y DEFWILFER, M. L. (1979). Information used in Judging Impeding Collision. *Perception*, 8, 647-658.
- SCHIFF, W. y FOULKE, E. (1982). *Tactual Perception*. Cambridge. Cambridge University Press.
- SEDWICH, H. A. (1980). The Geometry of Spatial Layout in Pictorial Representations. M. H. Hagen (Ed.). *Perception of Pictures (Vol. 1)*. Nueva York. Academic Press.
- SEDWICHA, H. A. (1986). Space Perception. En K. R. Boff, LL. Kaufman y J. P. Thomas (Eds.). *Handbook of Perception and Human Performance (Vol. 1)*. Nueva York. John Willey and Sons.
- SHEPARD, R. N. (1984). Ecological Constraints on Internal Representation: Resonant Kinematics of Perceiving, Imagining, Thinking and Dreaming. *Psychological Review*, 91, 417-447.
- SHEPARD, R. N. y COOPER, L. A. (1982). *Mental Images and their Transformations*. Cambridge. MIT Press.
- SPOEHR, K. T. y LEHMKULE, S. W. (1982). *Visual Information Processing*. San Francisco. Freeman.
- STROFFREGEN, T. A. (1985). Flow Structure versus Retinal Location in the Optical Control of Stance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 11, 554-565.
- STROFFREGEN, T. A. (1986). The Role of Optical Velocity in the Control of Stance. *Perception and Psychophysics*, 39, 355-360.
- STROFFREGEN, T. A., SCHMUCKLER, M. A. y GIBSON, E. J. (1987). Use of Central and Peripheral Optical Flow in Stance and Locomotion in Young Walkers. *Perception*, 16, 113-119.
- TURVEY, M. T. (1977). Contrasting Orientations to the Processing of Visual Information. *Psychological Review*, 84, 67-89.
- TURVEY, M. T., SHAW, R. E., REED, E. S. y MACE, W. M. (1981). Ecological Laws of Perceiving and Acting: In Reply to Fodor and Phyllyshyn. *Cognition*, 9, 237-340.
- TODD, J. T. (1981). Visual Information about Moving Objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 795-810.
- TODD, J. T. (1982). Visual Information about Rigid and Nonrigid Motion: A Geometrical Analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 238-252.
- TREISSMAN, A. (1986). Properties, Parts and Objects. En K. R. Boff, LL. Kaufman y J. P. Thomas (Eds.). *Handbook of Perception and Human Performance (Vol. II)*. Nueva York. John Willey and Sons.
- ULLMAN, R. (1980). Against Direct perception. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 373-415.
- WARREN, W. H. (1984). Perceiving Affordances: Visual Guidance of Stair Climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 683-703.
- WARREN, W. H. y SHAW, R. E. (1985). Events and Encounters as Units of Analysis for Ecological Psychology. En W. H. Warren y R. E. Shaw. *Persistence and Change*. London. LEA.
- WATSON, A. B. (1986). Temporal Sensitivity. En K. R. Boff; LL. Kaufman y J. P. Thomas (Eds.). *Handbook of Perception and Human Performance (Vol. I)*. Nueva York. John Willey and Sons.