

5
2 eje

EL ARTE VISUAL COMO MEDIO PARA REPRESENTAR CONOCIMIENTO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

de Jesús
Felipe/Lara García

División de Estudios de Posgrado
Escuela Nacional de Artes Plásticas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

índice

INTRODUCCION4

I. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL8

1. Qué es la inteligencia artificial.

1.1. Los primeros enfoques de la inteligencia artificial.

1.2. El razonamiento de sentido común.

1.3. Los sistemas expertos.

2. Arte visual en la inteligencia artificial.

2.1. Algunas aplicaciones del arte visual a la inteligencia artificial.

3. Síntesis y conclusiones.

4. Bibliografía.

II. PENSAMIENTO VISUAL, METAFORA Y ARTE19

1. Percepción visual y pensamiento.

1.1. Operaciones inteligentes en la percepción.

1.2. Dependencia recíproca entre la percepción y el razonamiento.

2. El Pensamiento visual.

2.1. Imágen y lenguaje en el pensamiento.

2.2. Los conceptos visuales

3. Metáfora y comunicación

3.1. La importancia de la metáfora

3.2. Lo literal y lo metafórico

3.3. Metáforas e interacciones de dominios conceptuales.

4. Arte como medio de conocimiento

4.1. Arte y ciencia

4.2. La producción del Arte: Weltanschauung, símbolos y cultura

4.3. El papel del Arte en el conocimiento

5. Síntesis y conclusiones

6. Bibliografía

III. LA REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO45

1. Las implicaciones de representar el conocimiento.

2. Los principales modelos de representación de conocimiento.

2.1. La lógica en la representación del conocimiento

2.2. Esquemas de representación no-lógica.

2.3. Algunas limitaciones de los modelos actuales de representación del conocimiento.

3. Síntesis y conclusiones.

4. Bibliografía.

IV. EL LENGUAJE DEL ARTE67

1. El lenguaje en el arte visual.

1.1. Posturas presemióticas.

1.2. Semiótica de las artes.

1.3. Tendencias actuales.

2. Códigos y arte visual.

2.1. Códigos y producción de signos.

2.2. Los códigos del arte visual.

3. Síntesis y conclusiones.

4. Bibliografía.

V. EL ARTE VISUAL EN LA REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO88

1. La codificación a través del arte visual.

1.1. Formación de la representación visual de la imagen.

1.2. La hipodecodificación de la imagen.

1.3. La hiperdecodificación de la interpretación genérica.

2. Planteamiento de un esquema de representación de conocimiento mediante imágenes de las artes visuales.

2.1. Objetivos.

2.2. Proceso de codificación visual del conocimiento.

2.3. La interacción con la interfaz de usuario y la base de conocimientos.

2.4. Supuestos ontológicos del esquema de representación.

3. Síntesis y conclusiones.

4. Bibliografía.

V. CONCLUSIONES GENERALES105

VI. BIBLIOGRAFIA107

INTRODUCCION.

El enorme desarrollo que han tenido en los últimos años los sistemas de cómputo, ha provocado su utilización en casi todas las áreas del quehacer humano y por supuesto, el arte. Son ya numerosos los ejemplos de obras artísticas que han involucrado, de algún modo, el uso de computadora en su proceso de producción.

Pero si bien el arte ha sido influido fuertemente por los avances en el campo de la computación, también es cierto lo contrario: el arte ha comenzado a influir de manera importante en algunos de los campos más avanzados de las ciencias de la computación como son la inteligencia artificial y las tecnologías multimedia. El presente trabajo propone una aplicación del arte a uno de los tópicos de mayor importancia dentro de la inteligencia artificial: la codificación del conocimiento.

La codificación del conocimiento (aún de conocimiento muy complejo) de modo que éste pueda ser transmitido íntegramente sin un costo excesivo a otras personas, es un problema que ha tenido importancia desde hace largo tiempo y que ha estado relacionado con distintas áreas del conocimiento humano, como filosofía, pedagogía, psicología, y más recientemente, la inteligencia artificial. Sin embargo es a partir de las últimas décadas, con el desarrollo de la computación y la informática, que se ha dado un nuevo impulso a la codificación del conocimiento y de la información en general, lo que ha provocado a su vez el surgimiento de nuevos enfoques, y muchas veces el replanteamiento, de muchas de las disciplinas relacionadas con el estudio del conocimiento, como son la lingüística, la neurofisiología, la filosofía, la psicología y la antropología. Los nuevos sistemas de cómputo y el manejo de cantidades enormes de información compleja, han hecho necesarios, tanto la búsqueda de formas más adecuadas para representar esta información, como el estudio desde un nuevo enfoque del manejo que el ser humano hace de la información que le llega del medio ambiente para resolver problemas, con el fin de simular en una computadora estos procesos inteligentes de uso de información y resolución de problemas. Es la conjugación de estas necesidades lo que ha impulsado el desarrollo de la inteligencia artificial. Actualmente, se han desarrollado varios modelos para codificar conocimiento y organizar información basados en la lógica ó en estructuras jerárquicas llamadas "frames". Estos modelos han probado ser de gran utilidad para codificar conocimiento bien definido y estructurado, permitiendo a su vez el desarrollo, a partir de ellos, de sistemas de cómputo capaces de resolver de manera "inteligente" problemas específicos en ámbitos como la ingeniería o la medicina.

Sin embargo, en el caso de conocimiento menos estructurado, los modelos basados en lógica clásica o en estructuras jerárquicas rígidas, han resultado ser de escasa utilidad. Por ello, es necesaria la búsqueda de modelos distintos que permitan manejar relaciones complejas entre conceptos sin requerir una gran cantidad de información; modelos un poco más cercanos al modo en que el ser humano resuelve problemas en el sentido de responder a situaciones complejas de manera muy eficiente con información incompleta o vaga.

Estudios recientes dentro de la psicología cognitiva, lingüística, filosofía, etc., han cambiado la visión que existía sobre el modo en que el ser humano maneja el conocimiento. Cuestiones como la metáfora o las imágenes visuales, consideradas hace poco como superfluas dentro el ámbito del conocimiento, simples adornos válidos en literatura, pintura y otras formas del arte, pero impropias para el conocimiento han resultado tener un papel importantísimo en la adquisición de conocimiento. El

pensamiento, al parecer, tiene más que ver con la estructura de las cosas que con la materia o substancia de las mismas. Pero estas estructuras son abstraídas a partir de estímulos perceptuales, haciéndose más complejas a medida que la experiencia del individuo aumenta. Además, parece que existen correspondencias estructurales entre conceptos pertenecientes a categorías distintas, e incluso, entre conceptos y señales perceptuales como sonidos o imágenes visuales. Estas correspondencias son probablemente establecidas, a través de metáforas, siendo la metáfora un medio para asimilar conocimiento nuevo al conocimiento viejo. De este modo, el pensamiento tiene que ver con estructuras, pero estas estructuras dependen de la percepción; pensamos en entidades abstractas, pero siempre en términos de nuestra experiencia con el mundo físico (Arnheim (1), pp. 129). Este manejo de conceptos abstractos en términos de relaciones físicas está presente en todo el lenguaje como puede verse al analizar metáforas de uso cotidiano; algunos ejemplos: el mercado de valores *cayó* el año pasado, la economía *dió un giro* a partir del mes pasado, esa idea no está bien *cocinada*, tenía una *elevada* impresión de sí mismo, etc. Las características de nuestros procesos de percepción (la manera cómo percibimos) influyen determinadamente en nuestros procesos de conocimiento (Arnheim (1), pp. 34). La percepción del mundo físico nos brinda relaciones y estructuras conceptuales que utilizamos para asimilar conceptos abstractos adquiridos posteriormente; siendo además la metáfora, según afirmación de investigadores como J. Martin y R. Harre *, el medio principal a través del cual se aplican estas estructuras y relaciones conceptuales al nuevo conocimiento.

Investigadores de las ciencias cognitivas como Eileen C. Way, han declarado incluso que los mecanismos cognitivos involucrados dentro de la metáfora proveen modelos más adecuados para estructurar el conocimiento que aquellos basados en la lógica tradicional. Esta investigadora ha desarrollado un nuevo modelo de representación de conocimiento basado en estos mecanismos cognitivos de la metáfora verbal, brindando con ello nuevas herramientas para la construcción de sistemas inteligentes más flexibles.

Sin embargo, las metáforas verbales dejan atrás muchas ventajas que otro tipo de metáforas, como las visuales, sí nos brindan. Como se ha mencionado arriba, la percepción tiene una importancia fundamental en el conocimiento, pues a través de la percepción adquirimos estructuras que nos permiten ordenar y relacionar nuevos conocimientos, pero perceptualmente, el lenguaje verbal es muy limitado en comparación con otros lenguajes como el visual o el musical. Desde luego el lenguaje verbal tiene una gran variedad de sonidos, ruidos o ritmos, pero la variedad no es garantía de estructura. Los aspectos estructurales de las configuraciones del lenguaje son sumamente limitados. La longitud o el ritmo de las palabras o las secuencias de las palabras pueden variar; están todas compuestas de un número limitado de elementos y pueden producir asonancias y otras semejanzas auditivas y visuales; pero estas dimensiones perceptuales del lenguaje son estructuralmente tan amorfas que nada complejo puede construirse con ellas. Los sonidos de la lengua adquieren su sutil belleza, orden y significación, no por su riqueza perceptual, dice Arnheim en *El Pensamiento Visual*, sino más bien por referencia a los significados a que aluden las palabras. La superioridad del medio visual en este sentido es decisiva, pues ofrece equivalentes estructurales de todas las características de los objetos, los acontecimientos y las relaciones. La variedad de formas visuales disponibles es tanta como la de los posibles sonidos del lenguaje, pero lo que interesa es que pueden organizarse de acuerdo con configuraciones fácilmente definibles, de las que las formas geométricas constituyen la ilustración más tangible. Además el medio visual es capaz de representar formas en espacios bidimensionales y tridimensionales, mientras que la secuencia del lenguaje verbal es unidimensional.

La importancia que ha adquirido la metáfora dentro de la codificación del conocimiento, aunado a la capacidad metafórica del lenguaje visual, permiten pensar en una contribución importante de las artes visuales, como productoras de metáforas visuales, a la codificación y representación de conocimiento en inteligencia artificial. Por ello, la presente tesis analiza posibles aportaciones del arte visual en la codificación de conocimiento en sistemas inteligentes o sistemas expertos.

* J. Martin & R. Harre (1982) "Metaphor in Science". Miall: USA. pp. 89-105; citado en E.C. Way (2).

El papel del arte en el presente trabajo.

Antes de continuar, conviene hacer algunas reflexiones sobre lo que es el arte y en qué términos trataremos de buscar aportaciones del arte visual a la codificación del conocimiento.

Para ver lo que es el arte, utilizaremos un artículo de Adolfo Sánchez Vázquez (2) en el que trata el problema de la definición del arte. Aunque la definición es demasiado esquemática y deja de lado todas las reflexiones que asignan al arte un papel mucho más relevante en términos metafísicos, como las definiciones Platón, Plotino, San Agustín, Hegel y Heidegger entre otros, puntualiza de manera muy clara algunos puntos importantes del arte. De acuerdo a la definición de Sánchez Vázquez, el arte es una actividad humana creadora que debe cumplir las siguientes características:

- 1) Se trata de una actividad humana; ésta característica es fundamental, pues aunque se puedan extraer algunos procedimientos del arte y plantear su utilización "automatizada" para alcanzar otros fines, el arte en sí, con todo su significado y todas sus implicaciones, con toda su capacidad creadora y renovadora, sólo puede darse mediante la participación directa del ser humano.
- 2) Se trata además, dice Sánchez Vázquez, de un proceso de creación que tiene como resultado un objeto nuevo. Me parece importante entender el término "objeto nuevo" no tanto como un objeto físico determinado sino como un conjunto de organizaciones formales sensibles plasmadas u objetivadas fuera del sujeto creador, abarcando de este modo desde un performance, hasta una imagen guardada dentro de una computadora.
- 3) Por tanto, éste proceso de creación es también un proceso de objetivación de determinado contenido espiritual humano (objetivación o exteriorización de la subjetividad humana), y proceso práctico de transformación y -por tanto-, de humanización de una materia o un conjunto de formas sensibles dadas.
- 4) Finalmente, el contenido humano expresado se halla en cierta relación con la realidad circundante, la cual entra en la obra de arte como realidad reflejada, idealizada, simbolizada, distorsionada, soñada o negada.

Por otro lado, el producto de esta actividad, la obra de arte, debe comunicar algo en cierta forma, tomando en cuenta, dice Sánchez Vázquez, que ese algo no es exterior a ella -un contenido preartístico-; lo que la obra de arte comunica no puede ser separado de la forma en que se comunica. De este modo, se establece otro principio importante con respecto al arte: el arte no puede ser sustituido por un concepto o un conjunto de conceptos ideales. El arte es, como dijimos ya en el punto 3, humanización de un conjunto de formas sensibles, y éste carácter sensible es una parte fundamental de la obra de arte que de ningún modo puede ser sustituida por ideas. De hecho, al dar nacimiento a la estética a mediados del siglo XVIII, Baumgarten acude al término griego *aisthesis*, que significa literalmente "sensación", "percepción sensible".

Sin embargo, como dice el mismo Sánchez Vázquez en su libro "Invitación a la estética" (3), tampoco puede excluirse del arte ni la presencia de elementos intelectivos racionales ni la presencia de otro tipo de valores no estéticos. Aunque lo estético, y por ende lo sensible, juega un papel primordial en el arte, la obra de arte es siempre un objeto complejo que nunca constituye un objeto estético puro y donde, junto a lo estético, se encuentran indisolublemente incorporados aspectos extraestéticos (valores nacionales, morales, religiosos, políticos, etc.).

No obstante las definiciones que tratan de enfocar al arte desde un punto de vista más materialista, como la de Sánchez Vázquez, o las definiciones que lo enfocan desde un punto de vista más racional; a lo largo de la historia, lo que ahora llamamos arte, ha cumplido una serie de funciones mágicas y religiosas más ligadas a la simbolización de lo intangible, de lo infinito y lo misterioso. El arte ha sido más un intento del hombre de formalizar el ser, un tratar de hacer tangibles y concretos, y por ende asibles, tanto los

mitos a través de los cuales se explica a sí mismo, como sus sentimientos ante un mundo externo y extraño: el miedo ante lo desconocido e inexplicable, el sentimiento de misterio ante la vida y el terror ante la muerte, el asombro ante lo absoluto. Dice Herbert Read (4): "en una obra de arte existe siempre un elemento intangible, indefinible, al que debe su vitalidad, su poder mágico de comunicar intensidad a la vida".

Este papel histórico del arte, y el lugar predominante que ha ocupado dentro de las distintas civilizaciones (aunque no sea siempre con los fines que ahora le asignamos), hace impermissible pretender reducir al arte a un papel puramente cognitivo equivalente a la razón. Y sin embargo, investigaciones recientes en distintos campos de la ciencia han puesto de manifiesto la relevancia de varios elementos presentes en el arte visual, como son la interacción entre percepción visual y pensamiento y el uso de la metáfora, en el conocimiento humano.

En la presente tesis, por los fines que persigue (una aplicación del arte a la inteligencia artificial), nos referiremos al arte visual desde un punto de vista puramente cognitivo, es decir, como un medio que por los elementos que contiene puede fungir como instrumento para ayudar al ser humano, junto al razonamiento lógico, a la definición de nuevos conceptos y a la creación de nuevo conocimiento. Pero de ningún modo creemos que este aspecto del arte sea ni el único ni el más importante.

El desarrollo de la tesis será el siguiente: en el primer capítulo haremos una semblanza de lo que es y ha sido desde su nacimiento la inteligencia artificial, así como de su aplicación más difundida: los sistemas expertos o inteligentes. En el segundo capítulo destacaremos, en base a trabajos e investigaciones realizadas en distintos campos, la relevancia de la percepción visual, la metáfora y el arte en el conocimiento humano. En el tercer capítulo revisaremos las distintas formas en se ha resuelto hasta la fecha el problema de la codificación y representación de conocimiento dentro de la inteligencia artificial. En el cuarto capítulo se hará una revisión de distintos enfoques semióticos y no-semióticos que han tratado de analizar al arte como un lenguaje, así como una revisión de una teoría semiótica en la cual podamos apoyarnos para finalmente, en el capítulo quinto, proponer un procedimiento que contenga de manera estructurada los procesos de codificación y producción simbólica presentes en el arte visual, y a partir de éste, proponer también un procedimiento de codificación de conocimiento ambiguo (o poco estructurado) utilizable dentro de un sistema experto o inteligente.

Bibliografía.

1. Arnheim, R. (1986) *El pensamiento visual*. España: Editorial Paidós.
2. Sánchez Vázquez, A. (1984) *Estética y marxismo, tomo 1*. México: Editorial Era.
3. Sánchez Vázquez, A. (1992) *Invitación a la estética*. México: Editorial Grijalbo.
4. Read, H. (1967) *Orígenes de la forma en el arte*. Argentina: Editorial Proyección.

CAPITULO 1.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

1. Qué es la inteligencia artificial.

Es difícil dar una definición precisa de lo que es exactamente la inteligencia artificial. Casi todas las autoridades en la materia, nos dice H. Gardner (1), concuerdan en que la inteligencia artificial (IA) procura producir en una computadora un resultado de salida que, en caso de ser expuesto por seres humanos, se consideraría inteligente. A partir de aquí, las coincidencias van desapareciendo, incluso la determinación de cuáles son esas salidas inteligentes es en la actualidad difícil; muchas de las aplicaciones de computadora hoy comunes fuera del campo de la inteligencia artificial, son capaces de resolver problemas y realizar acciones que en los comienzos de la inteligencia artificial, a finales de la década de los 50 y principios de los 60, hubieran sido consideradas sin lugar a dudas inteligentes. Esto da lugar a definiciones más "effimeras" como la de Rich y Knight (3), que definen la inteligencia artificial como el estudio de cómo hacer que las computadoras realicen cosas que en este momento los seres humanos hacen mejor. John F. Sowa (2) prefiere definirla en términos de representación de conocimiento, diciendo que **la inteligencia artificial es el estudio de las distintas formas de representar conocimiento (dentro de una computadora digital) así como el uso de estas representaciones dentro del lenguaje, el razonamiento, el aprendizaje y la resolución de problemas.** Se busca con esta disciplina resolver problemas complejos mediante la computarización de los procesos utilizados por la mente humana para captar y clasificar información, identificar estructuras y patrones en lo percibido, captar significados, plantear problemas, buscar soluciones, planear su implantación y hacer el control, seguimiento y adaptación de dichas soluciones a través del tiempo.

Uno de las cuestiones principales de la inteligencia artificial es el determinar qué tan de cerca debe la inteligencia artificial tratar de simular los modos en que conoce y piensa el ser humano. La ciencia cognitiva trata de entender la inteligencia humana, entre otras cosas desarrollando cada vez mejores modelos de la misma. Pero debido a la gran diferencia que existe entre el cerebro humano y las computadoras digitales ordinarias, las metas de la ciencia cognitiva entran muchas veces en conflicto con un enfoque más ingenieril dentro de la inteligencia artificial. Para los partidarios de este enfoque el único criterio para juzgar un sistema es ver si trabaja bien o no. Los partidarios del enfoque ingenieril argumentan que en la práctica, es difícil la implantación de una teoría psicológica en una computadora digital ya que en principio, la gente y las computadoras operan de manera totalmente distinta. Sowa (2, pp. 22) resume estos argumentos de la siguiente manera:

- La gente sobresale en tareas que requieren pocos cálculos y mucho conocimiento vagamente organizado.
- Las computadoras sobresalen en tareas que involucren una gran cantidad de cálculos sobre datos altamente estructurados y homogéneos.

En su opinión, en lugar de simular los procesos basados en conocimiento que usa la gente, las computadoras inteligentes deberían usar algoritmos rápidos y precisos.

Aunque es cierto que sería absurdo proponer que para realizar multiplicaciones o divisiones, las computadoras traten simular la manera en que un niño aprende las tablas de multiplicar; existen muchos problemas, como el de elegir la ruta más corta entre dos ciudades, en los que una solución algorítmica del tipo normalmente utilizado por las computadoras toma cantidades de tiempo que crecen exponencialmente al aumentar el número de rutas posibles; mientras que un enfoque heurístico o de búsqueda que "adivine" una respuesta, como lo hace a menudo la gente, puede llegar a una buena aproximación en tiempo lineal. El hecho de que la gente encuentre soluciones adecuadas a este tipo de problemas en un tiempo razonable, permite pensar en la posibilidad de encontrar formas de solución más prácticas estudiando el comportamiento humano.

1.1. Los primeros enfoques de la inteligencia artificial.

El nacimiento de la IA (inteligencia artificial) surge en el verano de 1956, en el Dartmouth College en Hanover, New Hampshire, cuando un grupo de diez jóvenes especialistas en lógica y matemática se reúnen para debatir la posibilidad de producir programas de computadora capaces de "comportarse" o de "pensar" inteligentemente. Mucho del trabajo temprano en este campo se enfocó en el estudio de tareas formales como el probar teoremas matemáticos y jugar ajedrez y otros juegos bien estructurados. Uno de los primeros logros fue un programa llamado el Teórico Lógico (TL) creado por Allen Newell y Herbert Simon que era capaz de probar por sí mismo teoremas de la lógica simbólica (del tipo expuesto en los Principia Mathematica de Whitehead y Russell).

Al realizar el programa, Newell y Simon establecen que la equivalencia funcional de la computadora y el cerebro no significaba ninguna equivalencia estructural en un plano anatómico más pormenorizado, como por ejemplo, la equivalencia entre neuronas y circuitos; siendo su teoría más una teoría sobre los procesos de información que intervienen en la resolución de problemas, y no una teoría de los mecanismos neurales o electrónicos para el procesamiento de la información. Con ello se marcaría una separación entre la inteligencia artificial y la cibernética, la cual está más interesada en los procesos de información a nivel de mecanismos neurales y electrónicos. En este sentido, la cibernética estaría más cercana a la neurofisiología por su interés en los mecanismos del pensamiento de "bajo nivel", como las redes neuronales, los mecanismos de retroalimentación, etc.; y la inteligencia artificial estaría más cercana a la psicología cognitiva por su interés común en el estudio de procesos mentales de "alto nivel", como la representación de conceptos, relaciones entre éstos, etc. En un artículo publicado en 1977, David Marr (6), uno de los principales investigadores en el campo de la percepción visual, dice que el alcance de resultados en inteligencia artificial debe consistir de cuatro pasos:

1. Aislar un problema de procesamiento de información particular.
2. Formular un teoría que identifique qué es lo que se procesa y porqué.
3. Construir un algoritmo o rutina que implante un proceso de información igual, y
4. Hacer una demostración práctica del funcionamiento de dicho algoritmo o rutina.

Para Marr, en cualquier problema de procesamiento de información, es la estructura del problema lo central y no los mecanismos a través de los cuales es implantado; por ejemplo, al investigar la visión, lo importante es atacar el problema de la visión, no los mecanismos neurales de visión.

Después del programa Teórico Lógico, Newell y Simon emprendieron un proyecto mucho más ambicioso llamado el Resolvedor General de Problemas, y con él plantearon una teoría de la inteligencia que dominaría muchos años las investigaciones en inteligencia artificial. Según ellos, *toda inteligencia*

implica el uso y manipulación de diversos sistemas simbólicos, como los de la matemática o la lógica . Para ellos la tarea del teórico, consistía en identificar la serie de procesos que operan sobre expresiones simbólicas a fin de transformarlas y crear otras nuevas. Según su teoría, un sistema simbólico físico es la condición necesaria y suficiente para llevar a cabo acciones inteligentes; y a la inversa, cualquier sistema que exhibe una inteligencia general demuestra ser, si se lo analiza, un sistema simbólico físico. Un sistema de esta índole consta de un dispositivo de control, una memoria, un conjunto de operaciones, y datos de entrada y de salida. Sus datos de entrada son objetos que ocupan cierto lugar en el espacio; y sus procesos son operaciones efectuadas sobre esos datos de entrada; sus datos de salida son modificación o recreación de dichos objetos situados en ciertos lugares del espacio.

1.2. El razonamiento de sentido común.

Sin embargo, a fin de cuentas, la inteligencia que mencionaban Newell y Simon así como su Resolvedor General de Problemas, eran capaces de abordar sólo problemas de índole matemático-lógica en términos de la lógica simbólica propuesta por Whitehead y Russell en su Principia Mathematica (1910). A todas luces, muchos de los problemas que enfrentan los seres humanos, como encontrar el camino para salir de un centro comercial o aprender un nuevo idioma, no pueden expresarse así como así mediante la lógica simbólica.

Aunque la lógica desde Aristóteles hasta el siglo XIX buscaba caracterizar las formas de razonamiento del lenguaje y el pensamiento común, la lógica simbólica se había separado del lenguaje y del sentido común al tratar de acercarse a la matemática. La lógica simbólica toma en cuenta sólo la sintaxis de las proposiciones, dejando a un lado la semántica de las mismas, es decir, su significado. Sowa (2), al analizar la lógica simbólica, detecta varias deficiencias y desventajas frente a la lógica de sentido común como consecuencia de su separación del lenguaje; entre los ejemplos más llamativos está la imposibilidad de probar como falsas, expresiones como: "si los elefantes tienen alas, entonces $2+2=5$ ", o la prueba como verdadera de la expresión: "Todo unicornio es una vaca".

Estas limitaciones hicieron a los estudiosos de la inteligencia artificial buscar ya en los 70, otras formas de razonamiento más acordes al sentido común; en este sentido puede decirse que lo artificial voltea a lo natural (el sentido común) para resolver de manera más eficiente sus problemas. A continuación se mencionan algunos de los más importantes y que han sido utilizadas en la construcción de una gran cantidad de sistemas "inteligentes":

Razonamiento heurístico.

Según Douglas Lenat (5), uno de los investigadores que desarrollaron esta teoría de razonamiento, la inteligencia humana estaría caracterizada por los siguientes puntos:

1. Todas las tareas cognitivas del ser humano pueden ser vistas como búsquedas o exploraciones tratando de encontrar una meta.
2. En estas búsquedas nos guiamos por una colección de reglas informales o "reglas de dedo" (a las que se denomina heurísticas).
3. En cada situación utilizamos a la heurísticas o "reglas de dedo" pertinentes.

Por ejemplo, en el caso de tratar de buscar una ruta adecuada en un mapa para ir de un punto a otro, contamos con algunas reglas de dedo muy efectivas que hacen nuestra búsqueda muy corta: Buscamos algunas avenidas principales que nos lleven la mayor parte del camino y hacemos algunos ajustes pertinentes.

* citado en Gardner (1), pp. 169

Razonamiento difuso.

Este enfoque va en contra de uno de los principios de la lógica clásica, el del tercero excluido, según el cual sólo hay dos juicios posibles con respecto a cualquier proposición: que sea verdadera o que sea falsa, sin aceptar cualquier otra posibilidad. Según este enfoque, en muchas ocasiones la gente hace inferencias plausibles, con alta probabilidad de ser verdaderas, pero sin serlo necesariamente. El ser humano puede cometer falacias que le ayudan a manejarse con información inexacta, pero es capaz de detectarlas. Por ejemplo, sabemos que si está nublado es probable que llueva, sin embargo, ni el concepto de nublado ni la inferencia son precisos.

Tratando de establecer un método capaz de manejar este razonamiento difuso de un modo estructurado y claro (que pueda ser programado en una computadora digital), en 1974 Zadeh desarrolla un tipo de lógica que integra un punto de vista probabilístico conocido como lógica difusa. Según esta lógica, se pueden hacer juicios con distintos niveles de verdad (o de posibilidad por decir algo), sin tener que ser o completamente verdaderos o completamente falsos.

Razonamiento por medio de patrones predefinidos (frames).

En 1943 Craik tratando de explicar el razonamiento de sentido común, ve el cerebro como un sistema para hacer modelos: "Si el organismo contiene un modelo tanto de la realidad externa como de sus posibles acciones dentro de su cabeza, es capaz de prever varias alternativas, concluir cuál es la mejor de ellas, y reaccionar a situaciones futuras antes de que ocurran". Para simular este sistema Minsky, uno de los iniciadores de la inteligencia artificial, propone en 1975 los FRAMES: Los frames son patrones prefabricados, ensamblados para formar modelos mentales. Por ejemplo, al oír una historia sobre una piedra que rueda por una montaña y aplasta un sombrero; la gente tiene frames de montañas, de cosas rodantes, de sombreros hechos de materiales blandos, etc. y ensambla dichos frames para formar un modelo de la historia. Si los frames no concuerdan o no "cabén" juntos, la historia es contradictoria en sí misma; si no existen frames disponibles, la historia es incomprendible; si más de un frame puede ser aplicado, la historia es ambigua.

1.3. Los sistemas expertos.

Aunque la década de los sesenta fué una época de gran entusiasmo por la resolución general de problemas (como el programa de Newell y Simon), a fines de esa década se habían puesto de manifiesto cada vez más las limitaciones de tales programas, que debían formularse en términos sumamente generales.

A principios de los 70 Edward Feigenbaum presenta un programa llamado DENDRAL que analizaba los datos provenientes de un espectrógrafo de masas y lanzaba hipótesis sobre la estructura molecular del compuesto orgánico a que correspondían dichos datos. Este programa contenía ya una cantidad considerable de conocimiento acumulado acerca de sustancias químicas, basándose en la premisa de que los especialistas poseen un amplio conocimiento al respecto, y cualquier programa que tuviera el propósito de conducirse de manera inteligente debía poseer esos mismos conocimientos en el mayor grado posible. En el mismo foro donde presenta su programa, Feigenbaum lanzó un desafío a sus exmaestros diciéndoles que hasta ahora sólo se habían encargado de resolver problemas pueriles (como el ajedrez y la lógica), y que era necesario resolver problemas del mundo real). Con el tiempo, hasta los líderes de la vieja guardia, como Minsky y Newell, se convencieron de las limitaciones de los programas generalistas y de la necesidad de que los sistemas poseyeran un grado considerable de conocimientos especializados. Estos sistemas expertos introducen de lleno uno de los problemas más importantes que ocupan a la inteligencia artificial: cómo representar el conocimiento.

Definición de sistema experto.

Actualmente podría definirse un sistema experto de la siguiente forma: Un *sistema experto* es un programa de computadora que, a partir de un conocimiento base y simulando los procesos de razonamiento utilizados por un experto humano, puede resolver problemas difíciles que normalmente requieren para su solución de un perito.

La representación de conocimiento en sistemas expertos.

La pregunta de cómo representar el conocimiento del experto, hizo surgir varias diferencias; por un lado, lo que Sowa (2) denomina como la diferencia entre "neats" y "scruffies", y por otro, la diferencia entre el enfoque procedural o de representación de procedimientos y el enfoque declarativo o de representación declarativa.

Los "neats" creen en la existencia de algunos principios elegantes y básicos que guían todas las manifestaciones de la inteligencia y se avocan a buscar cuáles son estos principios básicos; por su parte los "scruffies" creen que no pueden encontrarse principios universales y que la gente usa enfoques totalmente distintos para sus diferentes actividades. Ambos enfoques han tenido victorias y limitaciones; por un lado han aparecido algunas teorías generales de deducción y resolución de problemas, aunque incapaces de llevar a cabo operaciones más complejas, y por otro han surgido sistemas expertos para diagnosticar enfermedades, robots que construyen coches y otras aplicaciones muy puntuales pero eficientes.

Por otra parte, los partidarios de la *representación por procedimientos* establecen que el conocimiento de una persona está incorporado en procedimientos que interpretan el medio ambiente y operan en él. Por ejemplo, un círculo sería el resultado de rotar un compás manteniendo un brazo fijo mientras el otro gira hasta llegar al punto de inicio. La ventaja de la representación por procedimientos es que pueden atacarse problemas aunque no exista una teoría formal acerca de la estructura del mismo. Las desventajas serían: (a) que como el conocimiento es especificado al decir como es utilizado, cada uso requiere un procedimiento distinto; (b) al tener mezclados conocimiento y control es más difícil actualizar el conocimiento. Los partidarios de la *representación declarativa* establecen que el conocimiento es un conjunto de hechos que pueden ser establecidos en proposiciones lógicas, gráficas conceptuales y otros símbolos. Por ejemplo, un círculo sería un conjunto de puntos equidistantes a un centro. Las ventajas de este enfoque serían: (a) se requeriría de una sola declaración para distintos usos; (b) se mantienen separados en distintos módulos conocimiento y control, lo que facilita la actualización del sistema. La desventaja de este enfoque es la incapacidad de abarcar problemas que no esten claramente definidos y en los que no exista teoría formal previa.

En la actualidad se han construido ya, una gran variedad de sistemas expertos que incluyen, tanto principios generales de representación de conocimiento, como procedimientos específicos. Además, existen una serie de programas especiales llamados "shells" que facilitan la construcción de sistemas expertos. Se puede decir que un shell de desarrollo es el esqueleto del sistema experto, ya que él define en términos estructurales el modo como se representará el conocimiento y la forma del razonamiento que será utilizada.

En el capítulo 3 se analizarán con detenimiento las principales formas de representar conocimiento, sin embargo es importante mencionar que la mayoría de los sistemas expertos hoy desarrollados, se basan principalmente en tres de estas formas de representar el conocimiento. Estas son las siguientes:

1) *Reglas de Producción*. También conocidas como juicios hipotéticos, son una estructura lógica formada por un conjunto de condiciones que deben ser cumplidas y una parte concluyente formada por una proposición que se infiere al cumplirse las condiciones.

2) *Patrones predefinidos (frames)*. Se pueden definir como un bloque de conocimiento que contiene la información relevante respecto de un objeto, representada en un formato preciso. Esta información se puede clasificar como: el nombre del objeto; los géneros próximos del objeto en una estructura lógica definida; las cualidades o atributos del objeto, y las condiciones para acceder a la información del objeto y/o modificarla.

3) *Redes Semánticas*. En esta forma de representación del conocimiento, los conceptos se representan como nodos de una red y las relaciones que se establecen entre los conceptos, como los arcos de la red. Como puede haber un gran número de relaciones entre los conceptos: de género, pertenencia, propiedad, etc., hay una gran variedad de arcos relacionales.

Estructura de un Sistema Experto.

La estructura general de un sistema experto, a fin de cuentas, trata de emular la manera en que un experto humano actúa, para ello se compone de cinco bloques funcionales.

La Base de Conocimientos.

La pericia humana se compone primero, según Davidoff (10), de una memoria remota en la cual están contenidos una serie de hechos, estructuras y reglas que representan el conocimiento del experto en su dominio de pericia. La estructura análoga en un Sistema Experto, es lo que se conoce como base de conocimientos.

Este bloque guarda el conocimiento del sistema experto. Este conocimiento puede estar expresado de distintas formas, dependiendo del tipo de modelo de representación de conocimiento que sea elegida*. En general, se tienen una serie de hechos conocidos relativos a las condiciones particulares del problema que pretende resolver el sistema (Base de Hechos) y un conjunto de relaciones entre estos hechos expresadas en forma de reglas de producción, conceptos estructurados u objetos y/o redes semánticas (Base de Relaciones).

La Máquina de Inferencia.

En segundo término, la pericia humana se compone de un método de razonamiento a través del cual se llega a la solución de problemas a partir del conocimiento del experto. La parte del sistema experto encargada de esta función racional está constituida por lo que se conoce como máquina de inferencia. Así como un experto humano tiene conocimientos sobre un área específica y razona y llega a conclusiones que le ayudan a resolver problemas basándose en estos conocimientos, un sistema experto tiene una base de conocimientos sobre un área específica y, por medio de las reglas de inferencia integradas en su máquina de inferencia, llega a conclusiones, que ayudan a resolver los problemas que se le plantean.

Con base en el conocimiento almacenado en la base de conocimientos y un conjunto de reglas lógicas, este bloque, infiere nuevos hechos y relaciones que amplían el conocimiento y resuelven el problema planteado, si éste es soluble.

La Interfaz del Usuario.

Además de lo anterior, un experto humano necesita comunicarse de algún modo, tanto con fuentes de información sobre detalles más específicos del problema, como con sus clientes, para poder comunicarles los resultados y conclusiones a las que llegue. De igual forma, el sistema experto contiene una interfaz con el usuario, que permite a éste: hacer preguntas al sistema, suministrar información, recibir asesoría,

* estos modelos de representación de conocimiento serán explicados con más detalle en el capítulo 3

etc. Para ello generalmente se utilizan herramientas tales como menús interactivos, ventanas, gráficos, hipertextos (un hipertexto es la posibilidad de acceder de manera no secuencial a mayor información sobre un tópico poco claro para el usuario; por ejemplo, si en el sistema se menciona la palabra 'deconstrucción', el mismo sistema me permite acceder a más información, ya sea gráfica o de texto, sobre esta palabra; el acceso a la información es no secuencial porque no aparece con una secuencia predeterminada, sino de acuerdo a los requerimientos del usuario) y preguntas selectivas para dirigir la consulta y obtener la información de mayor relevancia. Este bloque es el que permite la comunicación entre el usuario y el sistema experto.

La Interfaz Explicativa.

Por último, del mismo modo como el experto humano explica sus decisiones y recomendaciones, los sistemas expertos necesitan justificar y explicar sus decisiones. La parte del sistema experto que provee de las explicaciones necesarias sobre el cómo y el por qué obtuvo sus conclusiones, se conoce como interfaz explicativa.

El Sistema de Adquisición de Conocimientos.

Además de los bloques anteriores, con frecuencia se le agrega al sistema experto un quinto bloque. Este sirve para transferir, de manera articulada, el conocimiento de uno o varios expertos a la base de conocimientos.

Tipos de Sistemas Expertos

Dependiendo del problema que resuelven, la mayoría de los Sistemas Expertos pueden clasificarse dentro de una de las siguientes categorías:

- a) *De interpretación:* Infieren el significado de un conjunto de datos partiendo de su contexto.
- b) *De predicción:* Infieren las probables consecuencias de una situación dada.
- c) *De diagnóstico:* Identifican la naturaleza y las causas del mal funcionamiento de un sistema a partir de ciertos signos y síntomas.
- d) *De diseño:* Desarrollan las configuraciones que resuelven un problema satisfaciendo sus restricciones.
- e) *De planeación:* Diseño de estrategias para lograr un objetivo, utilizando ciertos recursos y sujetándose a ciertas restricciones.
- f) *De monitoreo:* Analizan observaciones del comportamiento de un sistema para detectar posibles desviaciones de la norma y tomar eventuales medidas correctivas en tiempo real.
- g) *De depuración:* Describen soluciones para los casos en que programas de computadora o equipos de toda índole muestran condiciones anómalas en su comportamiento.
- h) *De reparación:* Desarrollan y ejecutan planes para corregir fallas.
- i) *De instrucción o tutoriales:* Ayudan en el aprendizaje, no sólo presentando la información necesaria al usuario sobre un tema específico, sino también haciendo un seguimiento del aprendizaje del mismo.
- j) *De control:* Comparan la situación actual de un sistema con una norma predefinida y corrigen las variables conforme sea necesario.

2. Arte visual en la inteligencia artificial.

Desde los primeros años de la inteligencia artificial, la percepción de imágenes fue tomada como uno de los puntos importantes a investigar. Sobre todo, estas investigaciones estuvieron enfocadas al reconocimiento de patrones, como el desarrollo del PERCEPTRON, mecanismo inventado alrededor de 1960 por Frank Rosenblatt cuyo propósito era reconocer letras y otras figuras-patrón, y al reconocimiento de objetos y escenas complejas en tercera dimensión, como las investigaciones de David Marr en los 70 (más información en Gardner (1)). Aunque estos estudios mostraron la complejidad implícita en las distintas tareas de la percepción visual, no fue su pretensión estudiar el papel de la percepción en los procesos inteligentes ni el analizar cómo inflúan las imágenes en los procesos de pensamiento. Fué más bien dentro de la psicología cognitiva donde comenzaron a surgir, a fines de los 60 y durante los 70, varios estudios sobre la importancia de la percepción visual y la imágenes visuales en el pensamiento. A pesar de estos estudios, es por otro lado donde empieza a llegar y a cobrar importancia el arte visual en la inteligencia artificial: a través de las técnicas multimedia.

2.1. Algunas aplicaciones del arte visual a la inteligencia artificial.

Lo que se ha dado llamar *multimedia* o técnicas de medios múltiples, es la transmisión de mensajes a través del uso de distintos medios (gráficas, sonido, video, lenguaje, etc.) de manera simultánea y utilizando para ello una computadora digital. Por ejemplo, si me interesara explicar el funcionamiento del corazón, podría en una misma pantalla de la computadora tener un diagrama de las distintas partes del corazón, un recuadro donde se vea la filmación de un corazón funcionando y una voz que me explique para qué sirve cada una de las partes de lo que veo en el diagrama. Teniendo además la facilidad de llamar a otros diagramas adicionales más detallados, a una animación del proceso de bombeo de sangre, etc., etc. Como veremos más adelante, el que toda esta información tan diversa reafirme el mensaje o que lo haga incompreensible aaurdiendo al receptor, depende de distintos elementos afines al lenguaje del arte, como composición, correspondencia estructural entre los distintos medios utilizados, etc.

Actualmente, una de las áreas de investigación que integran de manera muy interesante arte visual e inteligencia artificial es el desarrollo de lo que se conoce como *interfaces multimedia inteligentes* (Maybury (7)). Las *interfaces multimedia* comunican a la computadora con el usuario utilizando para ello distintos medios (por ejemplo, lenguaje, gráficos, animación, video, sonido) y a veces distintos modos dentro de un mismo medio, como texto escrito y lenguaje hablado. Sin embargo, las *interfaces multimedia inteligentes* van más allá de los ambientes multimedia tradicionales, pues reciben una entrada y a partir de ella generan una salida de manera inteligente, es decir, haciendo uso de una base de conocimientos. Esto significa que la interfaz está integrada a un sistema experto que decide cómo van a estar integrados los elementos de la misma. Las investigaciones en este novedoso campo han comenzado a desarrollarse en distintas áreas:

- La relación entre las características de la información a presentar y los medios a través de los cuales se presentará. Por ejemplo: ¿las animaciones se conectan con representaciones de conocimiento abstracto?
- La interdependencia entre distintos medios, por ejemplo, lenguaje e imágenes para la generación de referencias lingüísticas y visuales precisas en la descripción de objetos.
- Estudios sobre sintáctica, semántica y pragmática de los distintos medios: lenguaje gráfico, lenguaje verbal, etc.
- La búsqueda de criterios y unidades de medición adecuados para medir la consistencia y coherencia de las presentaciones multimedia.

- La creación de interfaces de adaptación automática, es decir interfaces que aprendan a utilizar los distintos medios de manera más eficaz, basadas en la experiencia anterior en la interacción con los usuarios al realizar tareas específicas en un área particular.
- Especificación de los factores que deberían influir en el diseño de una presentación multimedia: metas del productor, tipo de información a desplegar, características del usuario, tipo de medio a utilizar, etc.

Aunque estas investigaciones son muy recientes como para dar ya resultados importantes, la integración de las artes visuales (a través de la multimedia) con sistemas basados en conocimiento pueden traer soluciones novedosas a varios de los problemas de la inteligencia artificial.

Las artes visuales han manejado desde siempre una gran cantidad de elementos simples y complejos que además se relacionan unos con otros formando un todo de gran complejidad y, que sin embargo, como dice Lukács (8), al integrarse en la obra de arte "presentan una cohesión coherente, redondeada, acabada", de modo tal, que más que confusión, "su movimiento y estructura resulten evidentes". "No se compara conscientemente una experiencia particular aislada con un rasgo particular aislado de la obra de arte, sino que el espectador se entrega al efecto conjunto de ésta sobre la base de su experiencia conjunta reunida". Se trata pues, de un conocimiento integrado, completo, a través de un conjunto de elementos que se relacionan entre sí. El arte tiene por supuesto sus propios fines, pero su capacidad para integrar conocimiento empieza ya a mostrar algunos caminos y permite entrever, que de su análisis, pueden surgir respuestas importantes para la inteligencia artificial y demás disciplinas interesadas en el conocimiento humano. Por lo pronto, existe ya un área muy concreta de investigación en la inteligencia artificial, el desarrollo de interfaces multimedia inteligentes, que comienza a hacer un análisis del lenguaje del arte para hacer más eficiente la comunicación de información compleja entre computadora y usuario.

En principio, el uso del arte visual en la inteligencia artificial se empieza a dar a nivel de las interfaces hombre-máquina. Esto permite, en el ámbito de los sistemas expertos, pensar en la formalización del arte visual como medio de representar conocimiento para facilitar la transmisión del mismo: (a) entre el experto humano y el sistema, y (b) entre el sistema y el usuario. Esto abarca tres módulos de la estructura del sistema experto (ver capítulo 1):

- Interfaz del usuario
- Interfaz explicativa
- Sistema de adquisición de conocimientos

Parece más difícil, aunque merecería un análisis con más detenimiento, el uso directo de imágenes visuales en la representación de conocimiento interna del sistema, es decir, en la base de conocimientos. Sin embargo, un análisis del lenguaje del arte puede darnos, como se verá en capítulos posteriores, ideas novedosas para codificar conocimientos hasta ahora difíciles de codificar dentro de una máquina.

3. Síntesis y conclusiones.

La inteligencia artificial ha buscado desde un principio realizar programas de computadora capaces de "comportarse" de manera inteligente, sin embargo, los métodos que ha utilizado para alcanzar este fin han cambiado a lo largo de su desarrollo. Aunque en un principio se pensó en los procedimientos de la lógica simbólica como los únicos válidos dentro de un comportamiento inteligente, al tratar de aplicar estos procedimientos a la resolución de problemas cotidianos se hizo evidente su insuficiencia. La insuficiencia de la lógica simbólica e incluso de la lógica clásica para resolver el tipo de problemas que enfrentamos en la vida diaria, resaltó dos cosas que han resultado cruciales para el desarrollo de la inteligencia artificial:

1. Los seres humanos razonamos por métodos de "sentido común" distintos a la lógica clásica, lo que ha hecho necesaria la búsqueda de nuevas formas de razonamiento.
2. Para resolver problemas específicos es necesario el uso de conocimientos especializados, lo que ha hecho necesario el planteamiento de modelos capaces de representar dentro de la computadora dicho conocimiento especializado.

Los avances logrados con respecto a ambos puntos ha redundado en el desarrollo de sistemas expertos o sistemas basados en conocimiento capaces de resolver muchos problemas de aplicación práctica. No obstante, su aplicación se limita a áreas donde exista conocimiento altamente estructurado y donde pueda accederse a información igualmente estructurada y precisa para resolver los problemas. Esta limitación contrasta con la capacidad de los seres humanos para resolver satisfactoriamente problemas con información imprecisa o vaga, por lo que la búsqueda de nuevos modelos sigue siendo necesaria.

A pesar de sus limitaciones, los sistemas expertos cobran día a día más relevancia y son utilizados cada vez en más áreas. Esto ha puesto de manifiesto la necesidad de hacer más fácil y accesible su uso a todo tipo de personas, sobre todo a personas sin conocimientos especializados en computación. El desarrollo de interfaces adecuadas entre computadora y usuario ha tomado así gran importancia y ha hecho voltear a la inteligencia artificial hacia un campo de la representación de conocimiento hasta ahora olvidado por ella: el arte y la comunicación visual. En efecto, la interacción entre usuario y computadora han resaltado dentro de la inteligencia artificial la importancia que tiene la percepción, y sobre todo la percepción visual, en el conocimiento. Esto a su vez ha hecho que muchos investigadores busquen en el lenguaje del arte, respuestas y métodos para desarrollar mejores interfaces; el más claro ejemplo de ello son las investigaciones en el desarrollo de interfaces multimedia inteligentes.

4. Bibliografía.

1. Gardner, H. (1988) *La nueva ciencia de la mente, Historia de la revolución cognitiva*. España: Editorial Paidós
2. Sowa, J. F. (1984) *Conceptual Structures, information processing in mind and machine*. EUA: Addison-Wesley Publishing Company Inc.
3. Rich, E. & Knight (1991) *Artificial Intelligence*. EUA: International Edition
4. Anderson, J. R. (1990) "A Theory of the Origins of Knowledge". Machine Learning, Paradigms and Methods, Edited by Jaime Carbonell, pp. 313-348
5. Lenat, D. B. (1978) "The Ubiquity of Discovery". Artificial Intelligence 9, pp. 257-285
6. Marr, D. (1977) "Artificial Intelligence - A Personal View". Artificial Intelligence 9, pp. 37-48

7. Maybury, M. T. (1992) "Inreligent Multimedia Interfaces". AI Magazine. (Summer). pp. 35-37
8. Lukács, G. (1966) *Problemas del realismo*. México: Fondo de Cultura Económica
9. Schank, R. (1991) "Where's the AI?". AI Magazine. (Winter). pp. 38 - 49
10. Davidoff L.L. (1984) *Introducción a la psicología*. México: Mc Graw-Hill

CAPITULO 2.

II. PENSAMIENTO VISUAL, METAFORA Y ARTE.

En el capítulo I se hizo mención a los distintos enfoques que fueron dominando la inteligencia artificial. Se vió cómo la necesidad de hacer programas capaces de resolver problemas reales impulsó la búsqueda de modelos de razonamiento más acordes con la manera de pensar humana, modelos distintos de la lógica clásica. Esta misma necesidad impulsó el desarrollo de programas más específicos, llamados sistemas expertos, que contuvieran, al igual que los expertos humanos, conocimientos específicos sobre el dominio de pericia. Finalmente, se mencionaron algunas investigaciones recientes que integran principios de las artes visuales con principios de la inteligencia artificial para resolver problemas de ésta última. Este capítulo tratará de sustentar una idea plasmada al final del capítulo anterior, aunque todavía no dentro de la inteligencia artificial, sino en términos muy generales: la capacidad del arte visual como medio para representar conocimiento. Para ello; primero se analizará la estrecha relación entre la percepción (y especialmente la percepción visual) y los procesos de razonamiento inteligente en la adquisición de conocimiento; después se analizará el papel de la metáfora y el sentido estructural del pensamiento, y finalmente se analizará al arte, creador de metáforas por excelencia, como medio de adquisición y representación de conocimiento.

1. Percepción visual y pensamiento.

El planteamiento de esta parte del trabajo es que los procesos que conforman el pensamiento inteligente se presentan básicamente desde la misma percepción. La percepción y los procesos inteligentes de "alto nivel" no se dan de manera separada, sino que guardan una estrecha relación.

1.1. Operaciones inteligentes en la percepción.

Como se mencionó antes, todas las operaciones cognitivas llamadas pensamiento, no son un privilegio de los procesos mentales situados por encima y más allá de la percepción, sino ingredientes esenciales de la percepción misma. Estudios recientes, han ubicado dentro de la teoría de la percepción, dos escuelas principales: la pasivista y la activista, cuyos exponentes más conocidos serían James Gibson y Hermann Helmholtz respectivamente (Swann (3)). La posición pasivista ha sido expuesta de hecho a lo largo de buena parte del pensamiento occidental, en ella se tiende a ver la percepción como algo pasivo que sólo refleja el mundo dado (semejante a la simple proyección retiniana); sin embargo, argumentan los activistas, existen toda una serie de acciones que la percepción lleva a cabo cuya función es eminentemente activa: desde la identificación de formas hasta el centrar el foco de visión (Arnheim (1), Hochberg (2)).

Las experiencias visuales, dice Ch. Osgood (citado por F. Tirado (6)), están organizadas en torno a un anclaje subjetivo, el punto de fijación, que modifica definitiva y activamente la visión de las cosas.

Cuando miro una lámpara situada al otro lado de la habitación, ella se convierte en el cero subjetivo y todos los demás objetos se perciben como 'cerca', 'lejos', 'arriba' o 'abajo' de este punto de fijación. La forma en que se ve el mundo de las imágenes está conformada por un proceso perceptivo, no es el simple impacto de la luz reflejada sobre la retina la que forma la imagen, hay todo un proceso de atención que define el punto focal o de fijación, hay una serie de categorías conceptuales, representaciones cognitivas, estructuras que atraviesan el fenómeno de la percepción visual.

Rudolf Arnheim (1), uno de los más destacados defensores de la postura activista y profesor de Psicología del Arte en la universidad de Harvard, identifica varias operaciones llevadas a cabo por la percepción visual estructuralmente análogas a operaciones cognoscitivas llevadas a cabo por la razón:

1. Amplitud de visión.- Para Arnheim no resulta rebuscado relacionar la habilidad de la visión y el oído para percibir a través de las distancias con lo que llamamos amplitud de visión de una persona inteligente: ambas permiten anticiparse a los acontecimientos. El poder ir más allá del efecto inmediato de lo que actúa sobre el percipiente y de sus propias acciones lo capacita para examinar el comportamiento de las cosas existentes con mayor objetividad.

2. Selectividad.- La percepción tiene fines y es selectiva, en general no detectamos los estímulos monótonos y estáticos. Incluso los procesos de registro que se producen dentro del globo ocular son altamente selectivos; la retina, al dar informaciones de color al cerebro, no registra cada una de los infinitos tintes, sino que se limita a unos pocos colores fundamentales a partir de los cuales deriva todos los demás.

3. Reestructuración.- El pensamiento inteligente para resolver un problema comienza con la tarea de modificar un orden dado con el propósito que se ajuste a las exigencias de la solución. La percepción, cuando traslada el centro de visión a otro centro de interés incluye también, a un nivel elemental, esta misma reestructuración.

4. Hallar un marco apropiado.- Al resolver un problema, hallar el marco apropiado de análisis equivale casi a hallar la solución. En la percepción es necesario hallar constantemente marcos apropiados de visión: ¿Cuántos detalles son pertinentes? ¿Qué distancia se requiere para lograr que destaquen los rasgos estructurales más amplios que, de otro modo, quedarían ocultos por la abundancia de detalles? ¿Qué parte del contexto es pertinente para la comprensión del asunto que se examina?

Por supuesto no se plantea que la percepción realice en forma aislada estas operaciones, sino que los procesos perceptuales están íntimamente relacionados con los procesos racionales de "más alto nivel". Semir Zeki, reconocido neurobiólogo, concluye en su artículo "The Visual Image in Mind and Brain" (4) que después de numerosos estudios sobre el cerebro no se ha encontrado una 'zona maestra' que interprete toda la información proveniente de la percepción, en su opinión, la integración de información visual es un proceso en el que percepción y comprensión ocurren simultáneamente. Para Zeki (4, pp.50) "no es ya posible, tal como imaginaron antes los neurobiólogos, dividir el proceso de ver del proceso de entender ni separar la adquisición de conocimiento visual de la conciencia. Más bien, la conciencia es una propiedad del complejo aparato neurológico que el cerebro ha desarrollado para adquirir conocimiento".

1.2. Dependencia recíproca entre la percepción y el pensamiento.

La percepción no es, dice Arnheim (1), sólo una pasiva recepción de información cuya función es únicamente alimentar la mente. Si ésto fuera así, sería de esperar que la mente no se alterara por quedar un tiempo sin el aporte de tal alimento y que, más bien, podría beneficiarse con tal reposo. Sin embargo, los experimentos llevados a cabo sobre la supresión sensorial demostraron que no es así. Cuando los sentidos visual, auditivo, táctil y cinestésico se reducen a una estimulación poco estructurada, el entero funcionamiento mental de la persona se altera. La pobreza y la confusión del medio sensorial se reflejan en la pobreza e inarticulación de la mente.

La manera en que percibimos determina la manera en que pensamos. Por ejemplo, los sentidos y la visión entre ellos, se interesan de manera natural más por los cambios que por la inmovilidad. Todos los animales, aún los muy primitivos, dejan de reaccionar cuando un estímulo los alcanza una y otra vez, es decir, cuando no hay cambios. La percepción es selectiva, tal como se mencionó en el inciso anterior, pero aunque esta atención selectiva resulta útil desde el punto de vista práctico, también tiene sus desventajas: hace difícil cobrar conciencia de los factores constantes que operan en la vida. Esta debilidad se manifiesta cuando el pensador o el científico tiene que considerar para su teorización agentes que están más allá de los que exhiben un cambio observable y afecta campos tan diversos como la física o la economía. Como dice Arnheim (1, pp.34) *"Las características de la percepción no sólo contribuyen a la sabiduría, también la restringen"*.

De hecho, estudios recientes (Swann (3)) han hecho notar que el enorme incremento en el tamaño del cerebro de los mamíferos parece deberse más que nada al aumento de más y más áreas sensoriales, por lo que la mayor inteligencia, remarca el investigador C. Blakemore, parece ser consecuencia más del incremento de recursos perceptuales que del poder de manipulación simbólica.

De igual manera, *el pensamiento determina la percepción*: la captabilidad de las formas y colores varía de acuerdo con la especie, el grupo cultural y el grado de adiestramiento del observador. La percepción impone al material estimulante ciertos patrones o conceptos visuales formados a partir de experiencias anteriores (F. Crick & C Koch (7)). Un acto perceptual no se da nunca aislado; es sólo la fase más reciente de una corriente de innumerables actos similares, que se ha llevado a cabo en el pasado y pervive en la memoria. De este modo, todos los utensilios tienden a incluir en su apariencia la presencia invisible de lo que se necesita para llevar a cabo su función, como dice Arnheim: cuando un amigo se va, el cuarto parece más silencioso, la botella abandonada. Inclusive dentro de la ciencia, hay numerosos casos registrados que muestran que los científicos frecuentemente ven lo que quieren ver en las imágenes visuales, prejuiciados por sus teorías y sus creencias. El 'ver' involucra un proceso de interpretación dentro de un contexto sociocultural, tal como lo respaldan la psicología y la neurología actuales. Investigaciones muy recientes (Zeki (4), Swann(3)) han mostrado que lo que vemos depende además del funcionamiento de partes específicas del cerebro. Se ha visto que el cerebro procesa de manera separada la información visual, existiendo áreas específicas para procesar colores, formas en reposo, formas en movimiento, etc., incluso parece haber neuronas que responden a acciones dirigidas a una meta específica, por ejemplo, cuando alguien camina hacia la puerta del laboratorio. Personas que han sufrido daños en sectores específicos del cerebro son incapaces de percibir colores o formas en movimiento dependiendo de la zona dañada.

Esta dependencia entre la percepción y el cerebro ha sido mencionada en múltiples estudios sobre cognición, S. Castañeda y M. López (5) citan al psicólogo cognitivista Ulric Neisser: "la belleza está en el ojo del observador y no en el objeto que admira, aunque sería más preciso decir que es el cerebro y no el ojo el órgano más importante en esta apreciación; sin embargo, permite situar con claridad el problema central de la cognición... el mundo de la experiencia es producido por el ser humano que la experimenta".

La percepción consiste en la captación de los rasgos genéricos pertinentes del objeto. Inversamente, el pensamiento, para poder pensar sobre algo, debe basarse sobre imágenes del mundo en que vivimos. Los elementos del pensamiento en la percepción y los elementos perceptuales en el pensamiento son complementarios. Hacen de la cognición humana un proceso unitario que avanza sin interrupción desde la adquisición elemental de información sensorial hasta las ideas teóricas más genéricas.

2. El Pensamiento visual.

2.1. Imagen y lenguaje en el pensamiento.

Como se mencionó anteriormente, al pensamiento le concierne la estructura de las cosas, más que su materia, y estas estructuras son adquiridas básicamente a través de la percepción. El hombre necesita apoyarse en los sentidos para procurarse equivalentes perceptuales de toda noción teórica, esto queda de manifiesto en nuestras expresiones diarias: las ideas pueden ser *retorcidas*, la economía se *desliza hacia abajo*. Utilizamos estructuras adquiridas a través de la percepción aún para hablar de ideas más abstractas. Este hecho aunado a la riqueza estructural de las imágenes desde el punto de vista perceptual, ha llevado a algunos teóricos como Rudolf Arnheim (1) a afirmar que el medio principal del pensamiento es más visual que verbal. Otros psicólogos consideran que la información es almacenada y procesada tanto visualmente (en imágenes) como verbalmente (símbolos y signos) o en ambos códigos simultáneamente (López y Castañeda (10)). Experimentos han demostrado que el codificar la información de manera dual, visual y verbalmente, hace más fácil su retención y recuperación.

Veamos más detenidamente las características de cada uno de estos medios:

Dimensiones perceptuales en el lenguaje y la imagen.

Dada la importancia de las estructuras perceptuales en el pensamiento y puesto que el lenguaje es un conjunto de formas perceptuales (auditivas, cinestésicas, visuales), podemos preguntarnos, desde el punto de vista perceptual, hasta qué punto se presta dicho lenguaje al manejo de propiedades estructurales. La respuesta deberá ignorar las llamadas significaciones de las palabras que pertenecen a un dominio diferente de la experiencia perceptual.

Las dimensiones perceptuales del lenguaje verbal resultan sumamente limitadas. Desde luego no hay en él escasez de sonidos, ruidos o ritmos; de hecho, los hay muchos más en toda la lengua conocida que en los sistemas más puramente musicales. Pero la variedad no es garantía de estructura. Los aspectos estructurales de las configuraciones del lenguaje son muy limitados. La longitud o el ritmo de las palabras o las secuencias de las palabras pueden variar; están todas compuestas de un número limitado de elementos y pueden producir asonancias y otras semejanzas auditivas y visuales. Sin embargo, estas dimensiones perceptuales del lenguaje son estructuralmente tan amorfas que nada complejo puede construirse con ellas. Comparadas con la melodía musical más sencilla, la configuración sonora de un poema constituye una secuencia de sonidos en gran medida irracional, sostenida por algún metro regular y cierto fraseo de tono y ritmo. Los sonidos de la lengua adquieren su sutil belleza, orden y significación, en gran parte por referencia a los significados a los que aluden las palabras.

La superioridad del medio visual es perceptualmente tan decisiva porque *ofrece equivalentes estructurales* de todas las características de los objetos, los acontecimientos y las relaciones. La variedad de formas visuales disponibles es tanta como la de los posibles sonidos del lenguaje, pero lo que interesa es que pueden organizarse de acuerdo con configuraciones fácilmente definibles, de las que las formas geométricas constituyen la ilustración más tangible. Esto permite entre otras cosas que imágenes puedan formar *representaciones analógicas* de lo representado, razón que las hace extremadamente útiles en

términos de economía de recursos cognitivos dedicados a representar información que tiene un carácter espacial o continuo.

La principal virtud del medio visual es la de representar las formas en el espacio bidimensional y tridimensional, mientras que la secuencia del lenguaje verbal es unidimensional. Este *espacio multidimensional* no sólo procura buenos modelos mentales de los objetos o los acontecimientos físicos, sino que representa además de manera isomórfica las dimensiones necesarias para el razonamiento teórico. Otra gran ventaja de las imágenes del pensamiento es que pueden *combinar niveles diferentes y separados de abstracción* en una única situación sensorial.

Categorización y estabilidad semántica en el lenguaje.

Sin embargo, al pensamiento le son necesarios *tipos discretos* y, aunque la percepción puede suministrarlos, la estructura del material en bruto de la experiencia no procura dicotomías netas, disyunciones exclusivas simples; consiste en esferas, matices, escalas cambiantes. En este caso la lengua resulta útil. Procura para cada tipo signos claros y distintos y, de ese modo, hace posible que las imágenes perceptuales estabilicen el inventario de los conceptos visuales: Las palabras procuran rótulos estables que comprometen la experiencia sensorial al reconocimiento de ciertos tipos de fenómenos. Pero el lenguaje hace más todavía. Los psicólogos han señalado que las palabras por las que se da nombre a las cosas son categorías. Tales nombres, por tanto, indican en cierta medida el *nivel de abstracción* a que se percibe y se debe percibir el objeto. Hay una diferencia entre ver una maleta como "algo" que obstruye el paso y examinar sus características cuando uno piensa comprarla. Sin embargo, estas distinciones de nivel en la percepción son más bien sutiles y tienden a oscurecerse por el hecho de que todas ellas se refieren a un único objeto. Si el nivel de abstracción queda rotulado por las palabras, el pensamiento del hablante lo mantiene con mayor firmeza. El lenguaje tiende a señalar más bien *categorías funcionales* que formales y, de esa manera va más allá de la apariencia.

Esta facilidad de categorización del lenguaje verbal le permite fungir como medio supremo de comunicación, pues al categorizar el mundo, reduce la complejidad de estructuras conceptuales a una escala manejable (Damasio & Damasio (8)). Por ejemplo, la palabra *desarmador* abarca muchas representaciones de este instrumento, incluyendo descripciones visuales de su operación y propósito, instancias específicas de uso, la sensación al tomar la herramienta o el movimiento de la mano al utilizarla. Lo mismo ocurre con la inmensa variedad de representaciones conceptuales denotadas en la palabra "democracia". La economía cognitiva del lenguaje, es decir, su facilidad para mantener muchos conceptos unidos bajo un solo símbolo, nos permiten poder establecer conceptos aún más complejos y utilizar los mismos para pensar a niveles que serían de otro modo imposibles. Trátese por ejemplo de explicar el problema de los indígenas en México sin utilizar una sola palabra y se verá la utilidad que nos aporta en este sentido el lenguaje verbal.

La función del lenguaje es esencialmente conservadora y estabilizadora, y, por tanto, tiende también, desde un punto de vista negativo, a hacer la cognición estática e inmóvil. Como que son *signos estables y permanentes*, las palabras sugieren que sus significaciones son igualmente permanentes. La lucha contra las viejas palabras no es sino el reflejo del verdadero drama que se desarrolla en el pensamiento. Ver las cosas bajo una nueva luz, constituye un verdadero desafío cognoscitivo.

Ambigüedad de significado en el lenguaje.

Sería erróneo afirmar rotundamente que las palabras tienen un significado preciso mientras que las imágenes no lo tienen. No es cierto que el lenguaje verbal utilice formas constantes y formalizadas, mientras que el lenguaje pictórico, como el de la pintura, por ejemplo, utilice formas de variedad individual infinita. Por supuesto, no hay dos cuadros de flores que sean iguales, mientras que la palabra *flor* permanece inalterada. Pero el lenguaje verbal no se compone simplemente de palabras, sino en

primer lugar de sus significaciones. Aunque el sonido normalizado forma parte de todo concepto verbal, de ningún modo constituye su médula íntima. Las formas del lenguaje verbal están hechas para la evocación masiva de imágenes cuya individualidad se induce indirectamente por la combinación de rótulos normalizados. Es decir, una palabra puede significar muchas cosas y la precisión de su significado se da solamente, tal como podría ocurrir también con una imagen, gracias al contexto dentro del cual dicha palabra aparece.

Cognición intelectual, cognición intuitiva, lenguaje e imagen.

Se pueden distinguir distintos tipos de conocimiento, en su libro 'El Pensamiento Visual', Rudolf Arnheim distingue dos tipos de cognición: cognición intuitiva y cognición intelectual.

La *cognición intuitiva* tiene lugar en un campo perceptual de fuerzas que interactúan libremente. Considérese como ejemplo la manera en que una persona aprehende una obra pictórica. Examinando el área encerrada en el marco, el observador percibe los varios componentes del cuadro, las formas, los colores y las relaciones entre ellos. Estos componentes ejercen su efecto perceptual los unos sobre los otros de manera tal que el observador recibe la imagen total como el resultado de la interacción entre los componentes. Esta interacción de fuerzas perceptuales constituye un proceso de campo sumamente complejo, del que, en general, muy poco llega a la conciencia. El resultado final se vuelve efectivamente consciente como precepto de la pintura, organizado de cierta manera y consistente en formas y colores cuyo carácter particular está determinado por su lugar y función en el conjunto.

Supongamos ahora que un observador, en lugar de absorber la imagen total de la pintura intuitivamente, desee identificar lo varios componentes y relaciones en los que consiste la obra. Describe cada forma, comprueba cada color y prepara una lista de esos elementos. Procede luego a examinar las relaciones entre los elementos individuales, por ejemplo, los efectos de contraste o asimilación que tienen entre sí. Una vez que ha recogido todos estos datos, intenta combinarlo y, de esa manera reconstruir el conjunto. A este tipo de conocimiento se le llama *cognición intelectual*.

"Los componentes de los procesos del pensamiento intuitivo interactúan dentro de un campo continuo. Los de los procesos intelectuales se siguen entre sí en una sucesión lineal." (Arnheim (1), pp. 247)

El lenguaje verbal es una serie *unidimensional* de palabras, y esto es en gran parte porque el pensamiento intelectual lo utiliza para rotular secuencias de conceptos. Como se acaba de mencionar, el pensamiento intelectual orienta los conceptos perceptuales en sucesión lineal, y ya que cada palabra o conglomerado de palabras alude a un concepto intelectual, solo pueden combinarse en sucesión. El uso secuencial de las palabras, facilita la evocación de acciones en las que una cosa sigue a la otra.

Aunque la imagen no puede procurar la acción que sí puede ser directamente descrita por las palabras, la acción evocada por éstas tiende a permanecer lineal. Por ejemplo, la interacción simultánea no puede ser descrita directamente en el lenguaje, y es difícil transmitir mediante palabras el efecto de tal interacción.

Lessing en su tratado Laoconte (9), sostiene que la pintura, a la que conciernen los colores y las formas del espacio, está preparada para tratar objetos que coexisten en el espacio o cuyas partes coexisten en él, mientras que las acciones, sucesivas en el tiempo, son objeto propio de la poesía. La pintura puede describir acciones indirectamente a través de los cuerpos, y la poesía puede describir cuerpos indirectamente a través de las acciones. El lenguaje remonta las conexiones lineales a través del estado de cosas y presenta cada una de estas relaciones parciales como una secuencia de acontecimientos unidimensional. Lo que es aún más importante, presenta estas secuencias en un orden significativo, comenzando quizá por un detalle particularmente destacado o evocativo y haciendo que las facetas de la situación se sucedan las unas a las otras como si fueran los pasos de una argumentación. La descripción de la escena se convierte en interpretación.

2.2. Los conceptos visuales

Todos los medios sensoriales que permiten tener contacto con el ambiente son importantes y más aún vitales, ya que permiten alertar al sujeto de situaciones que pueden poner en peligro su propia supervivencia, como por ejemplo, el olor o sabor de alimentos descompuestos. Sin embargo, dentro de los recursos con los que el hombre cuenta para detectar la situación ambiente, la vista resulta ser una propiedad privilegiada sobre las demás. La imagen visual permite advertir y conocer una multiplicidad de aspectos del ambiente, facilitando tantas posibilidades para actuar sobre el entorno como ningún otro recurso sensible (ver el inciso "estructuras inteligentes en la percepción").

De hecho, las imágenes visuales ayudan en mucho al proceso cognitivo temprano; F. Tirado (6) citando a Bruner dice que el niño desarrolla su estructura de cognición con base en múltiples representaciones dadas por imágenes, teniendo el adulto un amplio espectro de representaciones icónicas que le permiten conceptualizar y referir la realidad. La imagen, dice Bruner, se torna en múltiples ocasiones la base de la experiencia concreta codificada. Para Arnheim (1), es en la percepción de la forma donde reside el inicio de la formación de conceptos. Mientras la imagen óptica proyectada sobre la retina constituye un registro mecánicamente completo de su contraparte física, el percepto visual correspondiente no lo es. La percepción de la forma es la captación de los rasgos estructurales que se encuentran en el material estimulante, o que se imponen a él. Sólo rara vez, dice Arnheim, coincide este material exactamente con las formas que adquiere la percepción. La luna llena es en verdad redonda, de acuerdo con lo que lo mejor de nuestra capacidad visual nos permite juzgar. Pero la mayor parte de las cosas que vemos redondas no incorporan la redondez literalmente, sino que son meras aproximaciones. No obstante, no sólo el observador las compara con la redondez, sino que realmente ve redondez en ellas. La percepción consiste en imponer al material estimulante patrones de forma relativamente simple, estos patrones son los que llamaremos *conceptos visuales* o categorías visuales (Arnheim (1), pp. 102). En la captación de las formas, interviene básicamente un proceso de abstracción.

La abstracción en la percepción visual.

Como bien dice Gombrich (2), la percepción siempre está necesitada de universales. Si no pudiéramos aprehender lo esencial y separarlo de lo accidental, no podríamos ni siquiera percibir y reconocer a nuestros semejantes: considérese la tarea perceptiva de reconocer visualmente un miembro particular de una especie en una multitud. No sólo varían la luz y el ángulo de visión, como sucede con todos los objetos; la totalidad de la configuración facial está también en movimiento perpetuo, un movimiento que, sin embargo, no afecta a la experiencia de la identidad fisonómica, es decir a nuestra capacidad de reconocer a dicho miembro particular. Veamos otro caso mencionado por Arnheim (1), cuando la imagen de un objeto cambia, el observador debe saber si el cambio es un producto del objeto mismo, o del contexto, o de ambos; de otro modo no entendería ni el objeto ni sus inmediaciones. Por ejemplo, tenemos que abstraer el tamaño y forma constantes de los objetos a partir de imágenes de distintos tamaños y formas que dependen de la ubicación relativa. Ver el objeto significa distinguir sus propias propiedades de las que le imponen el medio y el observador.

La percepción implica pues, la abstracción de los rasgos estructurales del objeto que se percibe, diferenciando una serie de características consideradas como propias del objeto de otras asignadas al medio ambiente. Este proceso complejo de abstracción está influido por varios factores como la experiencia, tipo de estímulo, etc., que determinarán cuestiones como qué características se asignen al objeto o cuál es el nivel de abstracción pertinente. Mediante esta abstracción se forma un concepto visual que puede ser comparado con otros conceptos visuales almacenados en la memoria.

Hay distintas formas en que se puede abstraer un mismo objeto, la complejidad y grado de abstracción dependerán en mucho del desarrollo perceptual y capacidad para relacionar conceptos del individuo que

percibe. Tomemos como ejemplo, la separación del objeto de su contexto. Arnheim (1) dice que existen básicamente tres maneras de observar la interacción objeto-contexto:

- 1.- Percibir la contribución del contexto como un atributo del objeto mismo.
- 2.- Eliminar la influencia del contexto para obtener el objeto local en su estado puro e inalterado.
- 3.- Reconocer la distinción entre contexto y objeto pero sin eliminar la influencia del medio circundante sobre el objeto. Para este enfoque, el objeto revela su identidad en una multitud de apariencias. Este tipo de observación, muy común en las artes, es quizá la más compleja y madura. Aunque el hecho de advertir que una cosa tiene muchos aspectos y percibir cada aspecto parcial como una aparición de la totalidad es muy corriente, no debe uno ignorar cuánta inteligencia implica: una inteligencia a menudo no igualada a niveles más altos de funcionamiento mental.

Es posible concluir que las hazañas más productivas de la abstracción son llevadas a cabo no por los que más brillantemente superan y, en realidad, ignoran los contextos, sino por aquellos cuya audacia al extraer lo semejante a partir de lo disemejante corre pareja con su respeto por los contextos en que las semejanzas se encuentran.

a) Niveles de abstracción y contexto.

La percepción puede abstraer objetos de su contexto porque capta la forma como estructura organizada y no como mosaico de elementos, existe una captación de rasgos estructurales más que un registro indiscriminado de detalles. Sin embargo, qué rasgos se capten dependerá en mucho de los requerimientos del medio ambiente, es decir del contexto. Se abstrae solo al nivel necesario. El cliente diferencia al camarero, la vendedora de tienda o el peluquero sólo a nivel de su profesión, pero dentro de esa profesión no hay distinciones observables; lo mismo sucede cuando vemos a personas de una raza distinta a la nuestra, como cuando se dice: "todos los chinos son iguales". La distinción entre dos objetos o personas que se perciben al realizar una tarea, se mantiene a un nivel tan genérico como la tarea los permite. Esto nos muestra a la percepción nuevamente como lo contrario de un registro mecánico de estímulos. El grado de diferenciación dependerá de cuánto interés manifiesten la persona particular o el grupo cultural por el refinamiento de la abstracción inicial.

b) Integración de atributos

Quando un elemento visual es extraído de su contexto, se convierte en un objeto diferente. Situaciones igualmente complejas se presentan en otras áreas de la percepción cuando se colocan dos objetos juntos, cuando un conjunto de elementos es concebido como una configuración unitaria. El observarlo todo en relación eleva la comprensión a más altos niveles de complejidad y validez, pero, al mismo tiempo, expone al observador a una infinidad de conexiones posibles. Le impone la tarea de distinguir entre las relaciones pertinentes y las que no lo son, y de observar cuidadosamente los efectos recíprocos que las cosas tienen entre sí. La experiencia indica que es más fácil describir factores en comparación con otros que en sí mismos. Esto es así porque la confrontación subraya las dimensiones por las cuales los factores pueden compararse entre sí, y de ese modo, agudiza la percepción de esas características particulares. Sin embargo, el procedimiento tiene sus riesgos. Es más fácil descubrir a los Estados Unidos comparándolos con China que en sí mismos, sin esa referencia; pero la comparación pone de relieve características muy diferentes de las que se obtendrían, por ejemplo, mediante una comparación con Francia, y es por tanto, arbitraria.

c) Experiencia.

Nuestra experiencia influye de manera importante en la manera como abstraemos. Gombrich (2) menciona un ejemplo interesante que se expone a continuación. Supongamos el caso de la percepción de un color, donde la sensación resultante viene determinada por el susodicho color local y la iluminación. Es imposible decir si la mancha de color vista a través de una pantalla reductora es de color rojo oscuro

bañado por una luz brillante o rojo brillante bañado en luz débil. No vemos color alguno que no esté bañado en luz; de ahí que el "color local" que figura en los libros de pintura sea una construcción mental. Pero si bien no sería posible distinguir las propiedades del color de las de la luz; de hecho separamos los dos factores asignando al color y a la iluminación sus propias partes relativas basados en nuestra experiencia.

Como se ha mencionado ya en el inciso "dependencia percepción razonamiento" el acto perceptual no se da nunca aislado, está íntimamente relacionado a una serie de actos similares guardados en la memoria; consiste siempre en imponer al material estimulante patrones y conceptos visuales de experiencias anteriores.

d) Permanencia de atributos.

El cambio en el tiempo de lo que percibimos también ayuda a abstraer las características "esenciales" y más permanente de las "accidentales". Supongamos el caso de abstraer los rasgos característicos de una persona. ¿Cuáles rasgos se deben a la fisonomía de una persona y cuáles se deben al estado de ánimo pasajero? Cuando alguien está desilusionado decimos que pone una cara larga. Obviamente hay personas que tienen la cara larga, y si son actores cómicos, pueden incluso explotar este aspecto de desilusión para lograr resultados ventajosos. Pero si queremos realmente interpretar su expresión debemos separar en nuestra mente lo permanente de lo móvil. En la vida real esto resulta facilitado, igual que en el caso de la percepción del color o el tamaño, por el efecto de movimiento en el tiempo. Vemos cómo las formas relativamente permanentes de la cara contrastan con las relativamente móviles y de esa manera formulamos una valoración provisional de su interacción.

e) Generalización de atributos.

Existe la creencia de que la abstracción es producto de un proceso mental de generalización, sin embargo, se ha visto a través de múltiples experimentos que no existe ningún criterio general para agrupar. Parece más prometedor afirmar que la gente agrupa las cosas de acuerdo con sus intereses particulares. Para agrupar se requiere un criterio de agrupamiento. Esto significa que un concepto abstracto, supuestamente fruto de la generalización, resulta ser un prerequisite necesario. No podemos escoger las particularidades que deben examinarse en primer lugar sin establecer alguna propiedad común por la cual elegirirlas.

Más bien, abstracción y generalización se van formando una ayudada de la otra. Generalizar no es cuestión de coleccionar un número de casos infinito, grande, completo o azaroso. El pensador -científico, artista, etc.- emprende la tarea con una noción preliminar de lo que debe ser el concepto. Se buscan ejemplos, pero la elección no es arbitraria. La sensación de dónde puedan revelarse los aspectos característicos del fenómeno lo guía a uno. Se descartan los casos débiles y poco claros y se ignoran las repeticiones innecesarias. Se compara cada ejemplo con el concepto tentativo y de ese modo, éste se completa, se rectifica y se perfecciona.

Niveles de abstracción en los conceptos visuales.

Como ya se ha dicho anteriormente, casi todo acto de percepción implica subordinar un fenómeno particular dado a algún concepto visual; además esta subordinación sólo puede tener lugar si la percepción implica también, en primer lugar y fundamentalmente, la formación de un concepto del objeto por clasificar. Esto se da, como se mencionó también en puntos anteriores, porque la percepción más que registrar mecánicamente estímulos, abstrae y capta los rasgos esenciales que interesan a la situación particular.

Pero, ¿cómo son los conceptos visuales que se forman y los que se quedan en la mente? ¿Cómo puede el pensamiento conceptual apoyarse en imágenes si la individualidad de éstas entorpece la generalidad del pensamiento? ¿cómo es por ejemplo la imagen del concepto general de mesa? Tanto en la formulación de

los investigadores que han analizado esta paradoja, como en la de los sujetos en general, se advierte la tendencia de superar la paradoja de las imágenes, particulares a la vez que genéricas, describiéndolas como indistintas o poco claras: en el caso de la imagen del concepto sombrero no se puede decir si el sombrero es azul o rojo porque la imagen no es lo bastante diferenciada. Esto no significa necesariamente que este tipo de imágenes sean imprecisas y confusas; aunque una imagen solo esbozada puede ser imprecisa y confusa, también puede serlo el cuadro más escrupulosamente detallado. Esta es una cuestión de falta de forma más que de falta de detalle o precisión. Depende de que el esqueleto estructural de la imagen esté organizado y ordenado o no. Fidelidad y realismo son términos que deben usarse con precaución, pues puede que un parecido fiel no logre procurar al observador los rasgos esenciales de los objetos representados. Los conceptos visuales parecen tener una estructura clara, precisa y organizada, aunque con detalles borrosos. Al pensamiento no le concierne la mera materia o sustrato de las cosas, sino sólo su estructura, por lo que es común representar conceptos con formas no miméticas. Para aclarar ésto veamos cómo nos representamos los conceptos más abstractos.

Si el pensamiento tiene lugar en el reino de las imágenes, muchas de estas imágenes tienen que ser altamente abstractas, pues la mente opera a menudo a elevados niveles de abstracción. Aunque no es fácil llegar directamente a este tipo de imágenes mentales, algunos experimentos en los que se pide a un grupo de personas que dibujen conceptos abstractos, han mostrado que la gente es capaz de utilizar imágenes abstractas para referirse a conceptos de manera natural. El prototipo de estos dibujos son los trazos diagramáticos que maestros y conferencistas dibujan en el pizarrón para describir relaciones entre conceptos, jerarquías, etc. ya sean éstas físicas o sociales, psicológicas o puramente lógicas. Dado que estos dibujos no son a menudo ni miméticos, esto es, no contienen semejanza con objetos o acontecimientos, ¿qué representan exactamente? ¿Cómo se relacionan con el tema al que se refieren? ¿Cuáles son los medios de representación que tienen a su alcance? ¿De qué modo contribuyen al pensamiento? ¿Qué factores determinan el grado de adecuación con que un dibujo sirve a su propósito? Aunque estos dibujos no pueden ser réplicas fieles de imágenes mentales, es muy probable que compartan algo de sus propiedades.

La diferencia entre las formas miméticas y no miméticas, tan clara a primera vista, es sólo una diferencia de grado. Esto es evidente, por ejemplo, en el uso de los ademanes descriptivos, esos precursores del dibujo lineal como los llama Arnheim. Cuando se retrata un objeto mediante ademanes rara vez se utiliza más de algún rasgo o dimensión aislados, el tamaño grande o pequeño de la cosa, la forma de reloj de arena que tiene la mujer, etc. Por la naturaleza misma del medio propio del ademán, la representación es altamente abstracta. Pero lo que importa en este caso es en qué medida esta especie de descripción visual es corriente, satisfactoria y útil. De hecho es útil no a pesar de su economía sino precisamente a causa de ella. A menudo un ademán resulta notable porque singulariza un rasgo que es pertinente respecto de la revelación. La tarea de identificar el referente corre por cuenta del contexto: el tamaño descrito por el ademán puede ser el de un enorme regalo de Navidad que envié un tío rico o el de un pez atrapado el domingo pasado. El ademán se limita a sí mismo inteligentemente para poner de relieve aquello que es importante.

El carácter abstracto de los ademanes es aún más evidente cuando retrata la acción. Uno describe un choque de automóviles presentando el choque descorporalizado como tal, sin representación alguna de lo que choca. Se muestra el sendero recto o tortuoso de un movimiento, su fácil rapidez o su pesada dificultad. Los ademanes ejecutan la acción de empujar y la de tirar, la penetración y el obstáculo, la pegajosidad y la dureza, pero no señalan cuáles son los objetos así tirados o descritos. Este espontáneo uso de la metáfora, uso al que volveremos nuevamente más adelante, confirma que los seres humanos advierten naturalmente la semejanza estructural que vincula los objetos y los acontecimientos físicos con los no físicos: Un argumento puede ser agudo o impenetrable; las teorías pueden armonizar o resultar discordantes entre sí; una situación política puede ser tensa; y un régimen corrupto puede heder. Para Arnheim se debe ir más lejos y afirmar que las características de la forma y el movimiento están presentes en los actos mismos de pensamiento que describen los ademanes y que son, de hecho, el medio en el que el pensamiento tiene lugar.

Podemos decir entonces que para representar conceptos abstractos los seres humanos nos basamos en estructuras de origen perceptual. Arnheim dice que el hombre puede apoyarse con confianza en los sentidos para procurarse equivalentes perceptuales de toda noción teórica porque estas nociones, para empezar, derivan de la experiencia sensorial, y para decirlo de modo más contundente afirma: "el pensamiento humano no puede ir más allá de las configuraciones que procuran los sentidos humanos" (Arnheim (1), pp.245).

Simplificación y esquematización de los conceptos visuales.

Si es cierto, como hemos dicho, que un percepto constituye una forma más genérica que un registro fielmente mecánico de un estímulo particular, su huella en la memoria debe ser igualmente genérica. Por lo mismo es improbable que esta forma permanezca inalterada. Las fuerzas inherentes a la forma misma y las que presionan sobre ella desde el campo circundante lucharán por modificarla en dos direcciones opuestas. Por una parte se dará una tendencia hacia la estructura más simple, o una reducción de la tensión. La configuración de la huella eliminará detalles y refinamientos, y la simetría y la regularidad aumentarán. Esta reducción de la huella a una figura más simple se contrarresta por la tendencia a preservar y, en verdad, agudizar los rasgos distintivos de la configuración. Ciertas experiencias indican que cuando a los observadores se les muestra una figura con la consigna de retenerla en la memoria con tanta fidelidad como les sea posible "porque se pondrá a prueba su memoria", se esfuerzan por preservar las características de la figura. En tales circunstancias, los observadores recordarán por ejemplo que un círculo tiene un hueco pequeño, que, de otro modo, se habría olvidado o ni siquiera se habría percibido activamente.

Las características distintivas se preservan también y se exageran cuando despiertan reacciones de deslumbramiento, maravilla, desprecio, diversión, admiración, etc. Las cosas se recuerdan más grandes, más veloces, más feas, más dolorosas de lo que en realidad son.

Ambas tendencias actuarán en la elaboración de cada huella sobre la memoria, llevándola a una mayor simplicidad y, al mismo tiempo, preservándola y agudizando sus caracteres distintivos hasta el punto que conviene por alguna causa.

3. Metáfora y comunicación.

El uso de la metáfora, tal como se ha mencionado en el caso de los ademanes, está presente en gran parte del pensamiento, siendo según R. Arnheim incluso uno de los medios principales en los que el pensamiento tiene lugar. Pero esta visión de la metáfora es bastante reciente. En los análisis lingüísticos tradicionales, siempre se ha visto a la metáfora como una desviación del uso ordinario y correcto del lenguaje. Para la mayoría de la gente, la metáfora es solo un adorno, un artificio utilizado para realizar construcciones originales en el arte, pero de poca importancia en la vida diaria. El lenguaje literal siempre fue considerado el lenguaje de la ciencia, la lógica y la objetividad, y el único en que se podía confiar para describir nuestras ideas de forma precisa e inambigua. Supongamos un ejemplo con una metáfora verbal. Si se hace una declaración literal como, *'me pareció que estaba ocurriendo un cambio en la sociedad'*, el significado es claro, sin emociones mezcladas; pero si en su lugar se dice, *'sentí los vientos del cambio soplar fríos sobre mis oídos'*, la frase es mucho más contundente; el oyente hace diversas asociaciones entre las cuales van mezcladas distintas respuestas emocionales, sensibles. Por ello, la metáfora y el lenguaje del arte en general, se ha pensado como capaz de desviar el juicio e incitar respuestas emocionales donde se requiere más bien de pensamiento frío y claro. De hecho, en su nacimiento, con la primera teoría estética de Alexander Baumgarten a mediados del s. XVIII, la Estética fue concebida como una teoría del saber sensible o conocimiento inferior con respecto al saber racional, superior, que es objeto de la lógica, y a la teoría de las acciones de la voluntad, objeto de la ética (citado en Sánchez Vázquez (21), pp. 26). Sin embargo, investigaciones recientes han mostrado que la metáfora,

lejos de ser un fenómeno aislado y poco usual del lenguaje, está presente en nuestro hablar diario de modo tal que ya no es fácil notarlo, y más aún, la extrapolación de conceptos de unas categorías a otras y la consecuente unión de conceptos distintos implícitas en la metáfora, parecen ser una mejor gula para entender cómo opera el lenguaje que el uso literal del mismo.

En esta parte del capítulo mencionaremos varias conclusiones a las que se ha llegado en años recientes con respecto a la metáfora. Aunque estos estudios se han referido sobre todo a metáforas verbales, los resultados son igualmente válidos para metáforas visuales. El uso específico de metáforas visuales será visto con más detenimiento en la sección sobre arte y conocimiento.

Las posiciones con respecto a la metáfora, van desde lo que Eileen C. Way (13) identifica como el "paradigma de lo literal-verdadero" cuyo punto culminante se da con el positivismo lógico, hasta la posición adoptada por el filósofo I.A. Richards en su libro 'The Philosophy of Rethoric' publicado en 1936 pero tomado en serio hasta veinte años después.

La posición adoptada por el positivismo lógico establece al lenguaje literal como el único válido para expresar correctamente un significado, dejando a la metáfora (y demás formas retóricas) como mera alternativa equivalente a alguna frase literal utilizada con fines ornamentales y estilísticos. La metáfora es pues, vista como un artificio para evocar emociones más que para revelar la verdad, y en caso de tener algún significado, este es expresable en términos de comparaciones literales que muestren claramente su verdad o su falsedad. La posición de Richards mantiene por el contrario que la metáfora, lejos de mera ornamentación, es un principio omnipresente dentro del lenguaje sin el cual no podemos articular más allá de tres oraciones. Más aún, Richards niega que la metáfora sea un cambio en el uso de una palabra, poniéndola más bien como la interacción entre dos pensamientos de cosas diferentes activos al mismo tiempo y soportados por una sola frase o palabra. Richards propone incluso que el conocimiento humano es básicamente de naturaleza metafórica más que literal y que las metáforas del lenguaje se derivan realmente de la interacción de pensamientos.

3.1. La importancia de la metáfora.

La importancia de la metáfora en el uso diario del lenguaje y su utilidad para la comunicación, más que la sola "evocación de emociones confusas o poco claras", se constata al examinar lo que debería ser considerado como el medio ideal para utilizar lenguaje claro, frío y literal: las páginas financieras de cualquier periódico. Las metáforas abundan: el mercado del oro 'sube', la economía se 'frena', se 'acelera' o 'navega por rumbos inciertos', etc. Lo mismo en cualquier otra sección: el gobierno ha sido fuertemente 'lastimado' por los últimos acontecimientos, la oposición 'gana terreno', los candidatos 'pelean por recuperar asientos en el senado'.

En 1981 dos investigadores, Lakoff y Johnson (citados por Eileen C. Way (13)), reunieron numerosos ejemplos lingüísticos señalando la penetración de distintos patrones idiomáticos y metafóricos en el lenguaje, patrones basados, según ellos, en nuestra cultura y nuestra experiencia con el mundo físico. Estos patrones incluyen metáforas especiales y de orientación como igualar *arriba* y *abajo* con más y menos ('mis ingresos *subieron* este año', 'el mercado *cayó* ayer'); bueno y malo ('el tiene una *elevada* opinión de sí mismo', 'es un tipo *bajo*'); saludable y enfermo ('*cayó* enfermo', 'está en la *cúspide* de su salud'). Otros patrones metafóricos comunes documentados por Lakoff y Johnson son: las ideas son comida ('yo no me *tragó* ese cuento', 'este documento está lleno de ideas a *medio cocinar*'); las ideas son plantas ('las *semillas* de sus grandes ideas fueron *plantadas* en su juventud'); ver es tocar ('no *quita* la vista de encima', 'pasó toda la tarde con los ojos *pegados* a la televisión'). Como vimos anteriormente, muchas de estos patrones tienen equivalentes visuales que usamos frecuentemente en nuestra vida diaria y de los que los ademanes son un claro ejemplo.

Las metáforas amplían nuestro marco conceptual. En efecto, la importancia de la metáfora en el lenguaje radica en que nos brinda un modo para movernos de las ideas conocidas y los conceptos familiares hacia otros nuevos y desconocidos. Cuando encontramos que nuestro repertorio de conceptos es inadecuado para expresarnos, podemos unir y reorganizar conceptos en nuevas formas y explorar diferentes perspectivas. La metáfora es pues un medio flexible para extender los recursos de nuestro lenguaje, ya que podemos, según Martin y Harré (citados por Eileen C. Way (13)), concebir más de lo que podemos actualmente decir. De hecho, por medio de la metáfora extendemos no sólo los recursos de nuestro lenguaje, sino los de toda nuestra estructura conceptual; como vimos antes, utilizamos patrones visuales abstraídos a partir de nuestra experiencia con el mundo físico para relacionar conceptos abstractos de mayor complejidad.

La metáfora también es vista en muchas ocasiones como un método para asimilar conocimiento nuevo al viejo. La metáfora es de este modo fundamental para el aprendizaje, ya que es más sencillo tomar partes de conceptos ya establecidos que crear por completo nuevos conceptos de la nada. El uso de la metáfora en la ciencia es ya legendario; el modelo del átomo de Bohr usa la estructura del sistema solar, Maxwell representó el campo eléctrico en términos de las propiedades de los fluidos, átomos vistos como bolas de billar, etc. Por tanto, ni siquiera la ciencia se limita al paradigma del lenguaje literal, aún en ella la metáfora juega un papel revitalizador para idear nuevos modelos y hacer que la ciencia avance.

3.2. Lo literal y lo metafórico.

¿Hay realmente una distinción clara entre el lenguaje literal y el metafórico? Para contestar esta pregunta veamos algunas características de la metáfora más de cerca.

Una de las razones por las que la metáfora ha sido considerada como algo poco confiable para reflejar la verdad, es la gran cantidad de características poco comunes que tiene. Por ejemplo *¿Cuál es el estado de verdad de una expresión metafórica?* Supongamos la frase 'Ella es una piedra', evidentemente esta oración no puede ser literalmente verdadera: las personas no son realmente piedras, sin embargo la metáfora nos está diciendo algo más allá del sentido literal que sería ingenuo tachar de antemano como falso. De hecho, gran parte de la gente al escuchar una metáfora adecuada asentirá con aprobación sin notar siquiera que el significado es literalmente falso. Muchas veces se ha señalado que la característica principal de la metáfora es lo absurdo y falso del significado literal, incluso varios filósofos han concluido de esto que la metáfora tiene realmente dos significados, uno literal falso y otro metafórico verdadero, siendo ésta la causa de su ambigüedad y poca confiabilidad. Este punto de vista asume que el estado metafórico es anormal y que el lenguaje literal es siempre claro y preciso. Sin embargo esto no es cierto, pues a menudo el lenguaje literal es también ambiguo. Por ejemplo, la frase, 'voy a comprar un banco', es ambigua, ya que podría significar 'voy a comprar un objeto para sentarme' o 'voy a comprar una institución en donde se hacen transacciones monetarias': la palabra banco tiene dos significados. ¿Quiere decir eso que la frase tiene dos valores de verdad, uno para cada posible significado? ¿Cómo es que distinguimos el significado correcto de cualquier clase de frase ambigua? En realidad rara vez tenemos problemas al elegir el significado correcto porque *el contexto y el sentido común normalmente eliminan los significados que no son apropiados*. En el caso del ejemplo anterior, si a una persona a la que le acaban de regalar una mesa de dibujo, le falta algo donde sentarse para trabajar en ella y dice 'voy a comprar un banco', no hay ninguna confusión acerca del significado, el contexto elimina uno de los significados. No nos entretenemos pensando en grandes operaciones comerciales, inversiones, etc. De este modo, cuando una frase literal ambigua es expresada en un contexto particular, tiene solo un significado, y lo mismo ocurre con las expresiones metafóricas.

Con las imágenes es igual: el significado de las figuras que componen una imagen no depende de su mimetismo, sino de que cumplan una función clara de acuerdo a su ubicación dentro de la estructura general. Una misma figura puede representar distintas cosas dependiendo del contexto donde se

encuentra. Por ejemplo, una línea cóncava hacia arriba puede representar una boca sonriente o un recipiente dependiendo del dibujo donde aparece y su ubicación dentro del mismo.

Debemos decir además que hay una gran cantidad de expresiones (visuales o verbales) que aunque ahora tienen un significado claro o literal, alguna vez fueron metafóricas. El lenguaje literal ordinario está constantemente evolucionando y las viejas metáforas pierden gradualmente sus conexiones figurativas hasta desaparecer o transformarse en literales, surgiendo al mismo tiempo nuevas metáforas, esto tiene que ver, como veremos en el capítulo 4, con la instauración de nuevos códigos.

Sin embargo, para Eileen Way, el carácter también ambiguo del lenguaje literal y su, a veces, no muy clara separación de la metáfora, no debe llevarnos a rechazar por completo la noción de lenguaje literal, pues la misma palabra 'literal' tiene ya definidos una serie de usos y funciones en el lenguaje diario que no pueden eliminarse. Lo 'literal' es un término de contraste utilizado para distinguir nuestra idea de lenguaje literal de lo que consideramos lenguaje no-literal. Por ejemplo, a menudo calificamos lo que decimos con 'literalmente quiero decir que...' en contraste a exagerar, ser irónico, ser chistoso, hablar metafóricamente, etc. Este tipo de distinciones casi siempre cumplen propósitos bien definidos en el lenguaje. Por ejemplo, si se dice 'Luis permaneció literalmente pegado a la televisión toda la tarde', no significa que la metáfora debe ser interpretada literalmente, sino que en verdad Luis estuvo toda la tarde viendo la televisión, o en el caso de decir 'literalmente le dijo que la odiaba', significa que el actor de la frase no utilizó ninguna voz indirecta o sentido figurado, sino que simplemente manifestó explícita y directamente sus sentimientos. De este modo podemos ver, que 'literal' tiene distintos usos dependiendo de qué es con lo que se contrasta. Algunas veces el término es utilizado para eliminar cualquier sentido no literal que involucre la falta de intenciones sinceras, y a veces es utilizado para eliminar exageración, voz indirecta o sentido figurado. Así, el término 'literal' es un concepto genuino que no puede ser ignorado y que tiene el propósito de hacer distinciones lingüísticas también genuinas. Lo que queda claro, es que este concepto no tiene ya el significado claro y absoluto que pretendía tener, la función de lo 'literal' no es el contribuir positivamente a la caracterización de nada, sino el excluir maneras posibles de ser no-literal.

3.3. Metáfora e interacciones de dominios conceptuales.

Entre los enfoques con los que se ha abordado la metáfora, el más pertinente para este caso y probablemente el que coincide mejor con los resultados experimentales es el enfoque llamado de la interacción de la metáfora. Este enfoque es originado por Max Black en 1955 en su artículo *Metaphor* (reimpreso en su libro *Models and Metaphor*, en 1962) y completado en 1977 con su artículo *More about Metaphor* (ambos libros citados en E.C. Way (13)). Black divide la metáfora en dos partes: el sujeto literal primario y el sujeto metafórico secundario. El sujeto literal primario es el sujeto principal en el que recae la metáfora y el sujeto metafórico secundario es lo que es atribuido al sujeto primario. Por ejemplo, en la frase '*los hombres son lobos*', 'los hombres' son el sujeto literal primario y 'lobos' es el sujeto metafórico secundario que lleva la metáfora al primero, es el que contiene los atributos que son "achacados" al primero. En el caso del uso de la metáfora visual, esta separación entre sujeto literal y metafórico es más sutil. En el arte visual, por ejemplo, la metáfora aparece al resaltar ciertos rasgos de la imagen por encima de los demás, pero esto se analizará con más cuidado en la sección 'Arte como medio de conocimiento'.

Parte de la teoría de Black establece que ambos sujetos, el literal primario y el metafórico secundario, poseen lo que llama '*sistemas de lugares comunes*': un conjunto de ideas y creencias asociadas que son en gran medida comunes a la comunidad. De este modo Black va más allá que muchos enfoques anteriores y sitúa la metáfora a un nivel más profundo que la sola palabra, conectándola con todo el cuerpo de conocimientos y supuestos que están asociados a las palabras.

La metáfora comprende pues la *interacción* de dos dominios conceptuales, donde las ideas e implicaciones asociadas al sistema o dominio secundario ('lobo') son *transferidos* al sistema primario ('hombre'). El sujeto primario es entonces visto a través del 'filtro' que forman las propiedades del sistema secundario de manera que el segundo sujeto "selecciona, recalca, suprime y organiza las características del sujeto primario" (Black (1977), citado en E.C. Way (13)). De este modo, la metáfora y el sistema de lugares comunes asociados a la misma sirve de filtro para organizar y resaltar ciertos aspectos del sujeto primario, al mismo tiempo que minimiza o esconde otros aspectos. Más aún, la interacción entre los sujetos de la metáfora puede ir también en la otra dirección, produciendo recíprocamente cambios, aunque de menor magnitud, en el sujeto secundario. Por ejemplo, al interpretar la metáfora 'el hombre es un lobo', invocamos y utilizamos el sistema de lugares comunes asociado a los lobos para construir un sistema equivalente de implicaciones en el hombre: "Si el hombre es un lobo, hace rapiña sobre otros animales, es fiero, hambriento, constantemente ocupado en combatir a otros, hacer destrozos, etc." (Black (1962), citado en E.C. Way (13)). Así, cualquier acción humana que pueda ser referida en términos de 'conducta de lobo' será resaltada, mientras las acciones que no puedan ser referidas en estos términos serán ignoradas o puestas en un segundo plano. Como resultado de ésto, los lobos serán vistos como más similares a los humanos que antes de la metáfora. De este modo, Black sostiene que el entendimiento de una metáfora puede resultar en un verdadero *cambio de significado*: las asociaciones e interconexiones entre conceptos pueden modificarse como producto del entendimiento de una metáfora.

Por tanto, el papel de la metáfora como simple sustituta del lenguaje literal quedaría superada, pues la metáfora es vista como capaz de algo que las frases literales no pueden hacer: enriquecer nuestro conocimiento al resaltar aspectos hasta ahora no vistos sobre un concepto. Las metáforas, dice Black, reorganizan nuestro pensamientos, nuestro sistema conceptual podría decirse, de un modo nuevo, de manera que no pueden ser reducidas a una simple comparación literal. De hecho, más que pensar en la metáfora como formuladora de similitudes previamente establecidas, Black establece que "sería más esclarecedor decir que en muchos casos es la metáfora la que crea la similitud" (Black (1962), citado en E.C. Way (13)).

E.C. Way resume el enfoque de Black en cinco puntos principales: 1) la metáfora comprende sistemas completos de supuestos y 'lugares comunes' asociados a los términos involucrados en ella; 2) el proceso metafórico trabaja como una especie de filtro, en el que las ideas asociadas al sujeto secundario esconden, recalcan y organizan aspectos del sujeto primario; 3) el entendimiento de una metáfora a menudo comprende un cambio de significado; 4) la metáfora no puede ser reducida ningún tipo de declaración o comparación literal y, 5) la metáfora puede realmente crear similitudes entre ideas previamente distintas.

En el caso de metáforas visuales, la metáfora aplica ciertos patrones o conceptos visuales, también con sistemas completos de supuestos y lugares comunes asociados a ellos, a nuevas situaciones perceptuales, figuras, conceptos visuales, etc. resaltando algunos aspectos antes no visibles de los mismos. Esto produce también reorganización de las percepciones o conceptos, cambios en los significados y nuevas relaciones entre conceptos antes distintos. Un ejemplo de aplicación de metáforas visuales podría ser la comparación, hecha según Gombrich (2) desde la antigüedad, entre un tipo humano y una especie animal: la nariz aguileña muestra que su propietario es noble como el águila, la faz bovina revela un carácter plácido.

4. El Arte como medio de conocimiento.

Hemos visto la importancia de la metáfora en la organización de sistemas conceptuales, en la que un concepto y todo el sistema de supuestos y lugares comunes asociados a él, son atribuidos a otro concepto llamado primario, resaltando aspectos del mismo a menudo desconocidos antes de la acción de la metáfora. De este modo se facilita la incorporación de conocimiento nuevo al ya asimilado y se establecen nuevas relaciones entre conceptos antes aislados, enriqueciendo así nuestra comprensión del mundo. Además, hemos establecido la importancia de la percepción visual en la obtención de patrones o conceptos visuales que son fundamentales para el manejo del pensamiento; mediante el suministro de clases de cualidades, clases de objetos y clases de acontecimientos, la percepción visual procura los cimientos de la formación de conceptos. En esta sección, analizaremos ya el papel del arte visual como creador de metáforas visuales en la obtención y manejo de conocimiento.

Dice Arnheim ((1), pp.267): "el acto de pensar exige imágenes y las imágenes contienen pensamiento. Por tanto, las artes visuales constituyen el terreno familiar del pensamiento visual."

El arte desempeña funciones distintas al pensamiento visual que a menudo se consideran primordiales: crea belleza, perfección, armonía, orden. Hace visibles cosas invisibles o inaccesibles o nacidas de la fantasía. Da expresión al placer o al descontento. Nada de esto debe negarse; pero para desempeñar estas funciones, debe tener lugar un gran caudal de pensamiento visual e intelecto (R. Arnheim (1), J. Maritain (15)). La obra de arte genuina requiere de organizaciones que implican muchas, y quizá todas las operaciones cognoscitivas que se conocen en el pensamiento. Entre ellas podríamos mencionar:

- Modifica las configuraciones de los objetos y conceptos cuando la situación ha de tratarse en un contexto más amplio o éstos interactúan entre sí. Arnheim da un ejemplo de este tipo de modificación en el cambio que se presenta en los dibujos realizados por niños durante su desarrollo cognitivo. En un principio los niños pintan casas de techos de dos aguas cuyas chimeneas están inclinadas, la verticalidad de la chimenea se cumple con respecto al techo pero no con respecto a la verticalidad de todo el dibujo. Después, al avanzar en su desarrollo cognitivo, la configuración de los objetos es modificada para plantear la verticalidad de la chimenea con respecto a un contexto más amplio: el dibujo completo.

- Modifica a veces concepciones bien estructuradas, para abrazar otras más elevadas, más complejas y más adecuadas; aunque las formas de transición que surjan sean confusas o "feas". Arnheim muestra aquí también ejemplos como cuando el niño comienza a tomar en cuenta la tercera dimensión en sus dibujos (Arnheim (1), pp 276- 278).

Inversamente, algunos de los objetos que se le atribuyen al arte son también medios que facilitan el pensamiento visual. La belleza, la perfección, la armonía, el orden, sirven también para presentar un mundo congruente con las necesidades humanas. La intervención de la razón en el arte es innegable, sin embargo, no conviene sacar conclusiones apresuradas, o reducir al arte a ser un instrumento racional. Con respecto ésto, Herbert Read (22) tiene una postura clara: la intervención de la razón en el arte no significa que el arte sea racionalista, más bien la razón se pone al servicio del arte para alcanzar aquella claridad de conciencia, aquella definición plástica por cuyo intermedio la obra de arte puede afianzar mejor su efecto emotivo y simbólico. "Los puros movimientos de los sentidos ... parecen poseer, en su simplicidad, un encanto intelectual" (Read (22), pp. 117).

4.1. Arte y ciencia.

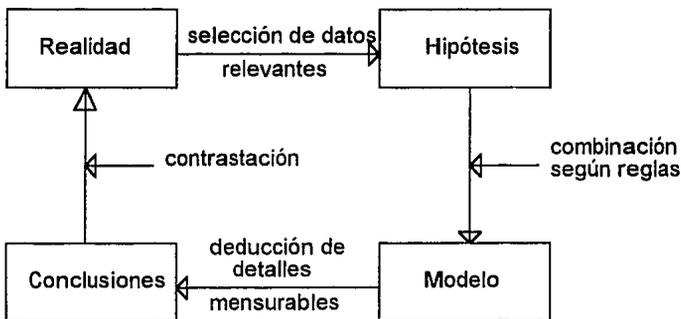
Si se plantea al arte como medio que utiliza el hombre para comprenderse a sí mismo y al mundo que habita, conviene delimitar las diferencias con respecto a otra actividad nacida con fines muy similares: la ciencia.

Para Lluís Racionero (14), arte y ciencia son dos fases, una intuitiva y otra intelectual, de un mismo proceso creativo. Ambas tratan de dar respuesta a las necesidades de una cultura, las dos surgen de una misma intención y tienen sus raíces en la colectividad, cuya visión del mundo reflejan conforme al espíritu de los tiempos; sin embargo cada cual lo hace con sus propios medios. Para Racionero, aunque ciencia y arte siguen procesos distintos, hay momentos en que se unen. Uno de esos momentos se da la principio del proceso: ambos son una visión del mundo, un modo subjetivo, arbitrario de enfrentarse a la experiencia, de abrir los ojos para mirar al mundo y seleccionar experiencias, sucesos, elementos. Ahí empiezan a separarse: la ciencia aísla variables que simboliza y relaciona con otras valiéndose de teorías, el arte aísla configuraciones formales y las relaciona valiéndose de complejos menos claros mezcla de sensibilidad, intuición, estilos artísticos. Cada una opera con arreglo a sus procedimientos particulares y al final nos presenta las consecuencias de su actividad en un producto acabado que es contrarrestado con la realidad de la cual surgió.

Método científico y proceso artístico.

Racionero plantea dos esquemas que reflejan ambos procesos, el científico y el artístico, con el fin de dejar bien establecidas las diferencias entre los mismos, pero también de realzar sus semejanzas. Aunque ambos esquemas son parciales e incompletos, para los fines de esta tesis, es decir, para resaltar la función cognitiva del arte, resultan útiles.

El *método científico*, según Racionero, se atiene al siguiente procedimiento*:



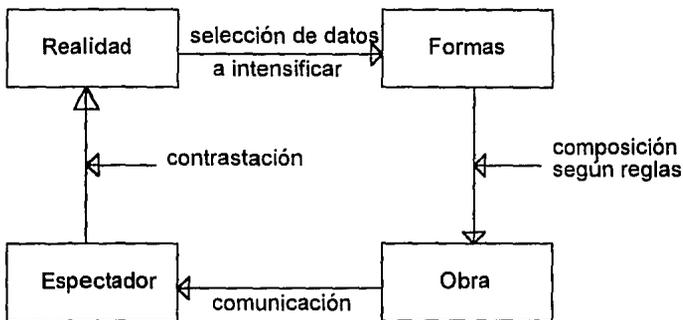
* esquema sacado de Racionero (14) pp. 20

Se parte, dice Racionero, de la realidad, de la cual se seleccionan fenómenos considerados datos relevantes para la investigación, prescindiendo del resto de la realidad. Para saber qué datos son los relevantes entre los innumerables fenómenos de la realidad, se usa como criterio selector una teoría previa. En la adopción de esa teoría reside la diferencia entre la actividad creativa y actividad científica normal: cuando se acepta la teoría previa del paradigma vigente no hallamos ante una actividad científica normal; cuando se introduce una metáfora o teoría nueva se da el acto creativo. En ello se distinguen los períodos de "ciencia normal" de las revoluciones científicas (Kuhn (1962), citado en Racionero (14), pp. 20).

Sólo es posible seleccionar de la realidad aquello que son datos mediante la adopción de una teoría previa. De los infinitos datos que ofrece la realidad, ¿con cuáles debe quedarse el investigador para alcanzar su objetivo? Esta decisión condiciona irreversiblemente el resultado al que se llegue. Esta primera fase decisiva del método entraña un alto grado de subjetividad, e incluso de imaginación cuando ha de romperse con la habitual teoría previa selectiva de datos. *La objetividad científica absoluta es teóricamente imposible*; toda teoría o programa de investigación lleva en su raíz una decisión subjetiva que favorece ciertos aspectos e ignora otros.

A partir de los datos obtenidos por medio de las mediciones y observaciones realizadas, se elaboran por inducción unas hipótesis de trabajo, y a partir de éstas, combinadas según las reglas de la lógica con otras leyes y teoremas ya conocidos de esa rama de la ciencia, se contruye un modelo, que es un conjunto de relaciones entre variables referidas al fenómeno en cuestión; el modelo suele formalizarse en un conjunto de ecuaciones, teoremas, gráficos, proposiciones, leyes. De este modelo se derivan a su vez unas conclusiones mensurables o, cuando menos, verificables de alguna manera en la experiencia, para proceder al último paso del método científico: la contrastación con la realidad de las conclusiones derivadas del modelo.

El proceso artístico, según Racionero, sigue un método como el siguiente*:



En este caso, dice Racionero, se parte de la realidad de la cual se toman unos fenómenos, seleccionándolos según la sensibilidad del estilo vigente, en cuyo caso es un amplificador de estilo, o según una metáfora nueva concebida por él, en cuyo caso es un creador de estilo. El artista, una vez que ha

* esquema sacado de Racionero (14), pp. 22

seleccionado las experiencias, las convierte en formas intensificando detalles de la realidad, las traduce en materia, busca unas estructuras que comuniquen la emoción que ha sentido, los nuevos aspectos que ha comprendido. Las formas empleadas serán palabras, líneas, color, sonidos, movimientos, volúmenes, capaces de traducir en materia las estructuras que pretende comunicar. Luego combina estos elementos formales según las reglas de su arte, reglas dictadas por su inspiración original o por un estilo convencional en vigencia, y obtiene con ello un modelo u obra terminada que debe comunicar al espectador para que se produzca la experiencia estética deseada. El espectador percibe la obra, la interioriza y aprehende nuevos aspectos de la realidad a que alude la obra.

En la obra de arte, dice Racionero, es *imprescindible la contrastación con la realidad*, y ésta sólo puede realizarla el receptor. No basta con que el autor intensifique detalles de la realidad y componga según reglas propias o aceptadas; la obra debe renacer en el espectador, la emoción inspiradora del artista debe reencarnarse en el espectador para que éste regrese modificado por ella a la realidad y la conozca transfigurada. De otro modo el proceso artístico se reduce a una mera propuesta personal e intransferible.

Racionero ((14), pp. 25) resume así su comparación: en ambos casos, tanto en ciencia como en arte, "se parte de la realidad, de la cual se abstraen unos datos por medio de un criterio subjetivo y de intuición personal". Esto por supuesto se refiere, dice Racionero, a "cuando ciencia y arte son creativas, es decir, cuando se inventa al margen de paradigmas y estilos. Cuando por el contrario se actúa dentro de un paradigma o un estilo previamente establecido, ya no hay subjetividad sino que el criterio para elegir datos es la teoría preexistente del paradigma o el canon formal del estilo". Podríamos decir que en esto, Racionero tiene una postura muy similar a la teoría de la metáfora de Black; para él en ciencia y arte, se resaltan ciertos rasgos de la realidad y se disminuyen otros de acuerdo a una especie de filtro constituido por el paradigma o estilo utilizado, siguiendo en ambos casos un proceso muy similar al de la metáfora. "Una vez concretado el primer acto de creación en esta selección intuitiva de datos, ciencia y arte plasman los datos, en hipótesis la primera y en formas el segundo... en ambos casos se acaba en la realidad, la cual se observa a través de un nuevo conocimiento: iluminada por la nueva relación establecida por la ciencia o transfigurada por la nueva emoción infundida por el arte". Aunque la generalización de los procesos creativos de Racionero es muy limitada, y de ningún modo puede decirse que en todos los procesos artísticos se resalten directamente rasgos de la realidad, sí podríamos encontrar algunos casos, como quizá algunos cuadros de renacentistas que resalten la belleza clásica o de pintores contemporáneos que resalten el desequilibrio del mundo moderno, donde pueda aplicarse con reservas el esquema propuesto por Racionero. De cualquier forma, dicho esquema nos permite ver de manera clara la función cognitiva que pueden realizar algunas obras de arte.

Aún para los que dicen que la función del arte es básicamente cognitiva, como Arnheim, el modo como conoce el arte tiene fuertes diferencias con el modo como conoce la ciencia. Para Arnheim (1) *el arte encuentra en el mundo de las apariencias visuales el símbolo de las configuraciones significativas de fuerzas* de modo muy diverso al uso científico de la información sensorial, podría decirse que el tipo de metáforas utilizadas son muy distintas. Imágenes que son accidentales respecto de la situación objetiva, se vuelven válidas como portadoras de configuraciones significativas, y pueden considerarse verdaderas o falsas, adecuadas o inadecuadas con referencia a normas que no resultan aplicables a las enunciaciones de la ciencia. Pero el arte no sólo explota la variedad de las apariencias, también afirma la validez de la actitud mental individual y de ese modo admite aún otra dimensión de variedad. Las formas en el arte pueden reflejar la interpretación y la invención individuales.

Sin embargo, dice Arnheim, tanto el arte como la ciencia, se conforman a la comprensión de las fuerzas que dan forma a la existencia, y ambas exigen una dedicación desinteresada a lo que existe. Ninguna de ellas puede tolerar la subjetividad caprichosa, pues ambas se subordinan a sus criterios de verdad. Ambas requieren precisión, orden y disciplina porque sin ellos no puede formularse enunciación comprensible alguna.

Aunque la enunciación hecha en la ciencia es más fácil de distinguir, dice Arnheim, toda representación pictórica, y artística en general, es también una enunciación, y a continuación define las características de

la enunciación visual y artística: La representación pictórica no presenta el objeto mismo, sino un conjunto de proposiciones sobre el objeto; o, si se prefiere, presenta el objeto como un conjunto de proposiciones. Pero la validez que estas proposiciones o configuraciones visuales adquieren en arte no radica primordialmente en suministrar información del tema como tal, sino en suministrar información sobre las configuraciones de fuerzas mucho más genéricas que refleja la configuración particular. Si la representación pictórica no logra formular las proposiciones pertinentes perceptualmente, continúa Arnheim, resulta inútil, incomprensible, confusa, peor que si no se hubiera contado con imagen alguna. Lo mismo ocurre en todos los modelos visuales; la significación de los modelos visuales en la ciencia, precisamente como la de las configuraciones formales en el arte, reside enteramente en las fuerzas perceptuales que transmite (aunque realmente, las ilustraciones u otros objetos físicos no pueden presentar directamente estas fuerzas, sólo pueden evocarlas). Dentro de esta enunciación, la belleza no es una decoración añadida, una mera propina para el observador, sino una parte integral de la enunciación. Así mismo, los demás elementos como armonía, equilibrio, variedad y unidad, son sólo aplicables cuando hay algo definido por expresar, ya sea conscientemente o no. El manejo de la forma y el color es tanto una búsqueda de este contenido y su cristalización, como un esfuerzo por expresar el contenido con claridad y armonía, y de modo equilibrado y unitario.

4.2. La producción del Arte: Weltanschauung, símbolos y cultura

Una gran cantidad de estudios mencionan a la *Weltanschauung* o *visión del mundo* como el motor generador de las distintas culturas, y por supuesto del conocimiento de cada cultura particular. La visión del mundo, la *Weltanschauung*, dice Dilthey (citado en Racionero (14), pp. 45), es una interpretación global, en la cual se combinan una imagen de la realidad, un sentido de su significación y valor, y unos principios de acción. Desde Kant, ha quedado establecido el mundo exterior como estrictamente incognoscible; nuestras hipótesis del mundo son ficciones, invenciones, instrumentos heurísticos para hallar la respuesta a determinadas cuestiones, que necesitamos responder para seguir viviendo; pero la validez de estas hipótesis depende de ciertos criterios humanos de factualidad lógica y plausibilidad, y no de su conformidad con la naturaleza exterior.

Para Manthner (citado en Racionero (14), pp. 45), los rastros de las experiencias sensoriales pasadas devienen asociados convencionalmente a ciertas palabras de modo que, el hecho mismo de que estas y no otras experiencias se hayan singularizado para nombrarlas en una cultura, determina las clases de cosas a las que se presta atención en esa cultura. Así, un lenguaje expresa siempre una visión del mundo. De ahí que como cada convención lingüística es expresión de una *Weltanschauung*, no puede ser usada para evaluar la validez de otra visión del mundo perteneciente a otra cultura del pasado o del presente. La aceptación de una convención lingüística implica el rechazo de toda visión del mundo en conflicto con ella.

"La forma en que vemos el mundo refleja nuestro interés en él: no hay un modo neutral, objetivo de verlo, independiente de nuestros intereses. El modo de ver el mundo no depende de una observación exacta ni de una buena percepción: lo que uno ve, para poder ser "visto", debe significar algo, es decir debe encuadrarse dentro de una estructura conceptual dada. Percepción, comprensión y deseo, como hemos visto ya, no son actividades independientes. Por eso una visión del mundo entraña un propósito: al cambiar los propósitos cambian las culturas o visiones del mundo, y con ellas los paradigmas científicos o los estilos artísticos... Cada cultura, cada época, genera su propio método para responder a las exigencias del mundo, pero tal respuesta sólo es inteligible para aquellos que comprenden sus reglas y su estilo interno propios. *La parte esencial de la cultura es una apreciación de valores con respecto a las condiciones de vida*" (Racionero (14), pp. 46-47).

¿Pero cómo se forman estas reglas o valores? Dos sociólogos, Jaeger y Selznick (citados en Racionero (14), pp. 53), al investigar las causas de la aceptación de ciertos valores y la exclusión de otros, atribuyen este fenómeno en última instancia al proceso simbolizador. Para estos investigadores el acto

primordial de creación cultural es la transformación de un medio impersonal en un entorno personal; este es el origen de la cultura, sus raíces y rudimentos, no su fin. Y en este origen se encuentra el arte: el hombre trabaja sobre su entorno, tanto físico como social, para formar un ambiente con el que poder relacionarse como persona, pero este trabajo, desde las cuevas de Altamira hasta las pirámides prehispánicas o egipcias, es lo que hemos llamado arte. El producto de esta actividad cultural y artística es un mundo de símbolos. Se crea cultura cuando, en la lucha contra la alienación el hombre transforma lo instrumental e impersonal, lo físico y orgánico, en un ámbito de significados evocativos, expresivos y centrados en la persona: *La creatividad cultural es la asignación de significados simbólicos a cosas, actos, sucesos y personas, asignación en la que el arte juega un papel primordial.*

Los símbolos tienen varias funciones fundamentales dentro de la vida del hombre, Racionero menciona las siguientes:

a) Continúan y mantienen la experiencia significativa. P.ej: ir de negro indica respeto y prolonga la experiencia del luto.

b) Ayudan a proveer de foco, dirección y forma a lo que de otra manera podría desintegrarse en un sentimiento caótico o en la ausencia de sentimiento. P. ej: la acción política de masas gana en coherencia y disciplina con un liderazgo simbólico y ritual.

c) Además de ser soportes de la emoción, favorecen la emergencia de la misma

d) Actúan como medio para la incorporación sensual de todo lo abstracto e inefable.

Cuando un significado simbólico es compartido por un grupo de personas, se convierte en un símbolo cultural, y todas las personas que entienden el símbolo porque lo comparten, componen esa cultura. Así, la cultura se compone de todo aquello que resulta de la experiencia simbólica compartida, y que la conserva. Participar en una cultura implica intervenir en un sistema de significados simbólicos. Y por eso, para cambiar una cultura, hay que arremeter contra sus símbolos. En esto consiste la metamorfosis de los dioses, que incide en niveles mentales que las revoluciones políticas meramente físicas han dejado intactas. Sin un cambio simbólico no se cambian los valores, el poder, ni las instituciones.

La cultura se construye sobre el simbolismo expresivo. Para diseñar una nueva cultura es necesario crear nuevos símbolos que incorporen las experiencias valoradas por la nueva actitud vital. Los símbolos son los soportes mentales de los valores, igual que las leyes e instituciones son los soportes materiales de los valores. Los símbolos, antaño religiosos, hoy de status económico, son ídolos y talismanes mágicos que implusan al individuo a la acción al proporcionarle una meta deseable. Se puede vivir en función de ir al cielo o de tener un Rolls Royce y un yate, pero, en cualquier caso, el cielo, el Rolls y el yate son talismanes que mueven la vida, son los símbolos que, puestos por delante, como la zanahoria enfrente del asno, estimulan a caminar. Ambos símbolos, el religioso y el económico, se han impuesto utilizando el arte, y particularmente el arte visual: ya sea en las catedrales góticas o en la moderna publicidad. La mejor y más eficaz forma de controlar a las personas, dice Racionero, es controlar su subconciente, y para lograrlo es preciso ser artista o tener los poderes que, errónea o justificadamente, se atribuyen al mago. El poder y el arte, continúa Racionero, empezaron en el chamán y han vuelto a él, o quizá nunca le han abandonado.

Es aquí donde el arte aparece en una dimensión muy diferente al simple entendimiento racional, más acorde con sus definiciones metafísicas: más como fundador de ser, como creador y destructor de culturas, como medio capaz de despertar miedo y temor, asombro y admiración.

4.3. El papel del Arte en el conocimiento

De lo mencionado anteriormente sobre el proceso artístico, pueden señalarse dos funciones que desempeña el arte dentro del conocimiento: como integrador y resaltando ciertos rasgos significativos de la realidad.

El Arte como integrador

Cuando mencionamos las distintas formas en que se puede abstraer, se dijo que una de las maneras más complejas de percibir algo es cuando se puede distinguir el objeto del contexto que lo rodea, pero sin eliminar la influencia del objeto sobre el contexto; es decir, captar lo genérico pero sin olvidar lo particular, manejar conceptos que a pesar de su abstracción, sigan reflejando los rasgos pertinentes de aquello a que se refieren. Pues bien, en artes como la pintura, se desempeña precisamente una tarea de razonamiento mediante la *fusión de la apariencia sensorial y los conceptos genéricos*, constituyendo así una enunciación cognoscitiva unificada. Rudolf Arnheim (1) dice que este tipo de razonamiento es el ideal: "En una civilización ideal, ningún objeto se percibe ni ninguna acción se ejecuta sin que se despliegue el panorama, sin límite fijo, de los análogos, que apuntan a los principios conductores más abstractos; e, inversamente, cuando se manejan formas puras y genéricas, en el razonamiento humano resuena la experiencia particular, que le da sustancia al pensamiento".

La capacidad integradora del arte ha sido identificada ya por varios filósofos, aunque esta unión de lo abstracto con lo particular ha sido llevada más lejos, identificando lo abstracto con lo esencial y proclamando el arte como realización de la verdad. Para varios filósofos el arte proporciona una imagen de la realidad, en la que la oposición de fenómeno y esencia, de caso particular y ley, de inmediatez y concepto, etcétera, se resuelve de tal manera que en la impresión inmediata de la obra de arte ambos coinciden en una unidad espontánea e inseparable; el arte proporciona una imagen visible de la armonía realizada de los dos términos de la existencia, de la ley de los seres y de su manifestación, de la esencia y de la forma (Hegel (17), Lukács (16), Gadamer (20)).

La obra de arte abre un mundo que ordena la totalidad de los dos términos de la existencia, para Heidegger (G. Vattimo (19)), el ente y el ser. La obra de arte ordena, dice Heidegger, la totalidad del ente y por tanto muestra la verdad del ente, pero no sólo eso, además permite que se haga presente otro aspecto para Heidegger constitutivo de toda apertura de la verdad, la oscuridad y el ocultamiento de que procede toda revelación. En la obra de arte está realizada la verdad no sólo como revelación y apertura, sino también como oscuridad y ocultamiento. Para Heidegger, no es posible ver la verdad del ente (el ente en su totalidad), al ver lo particular (o el ente en su apariencia) siempre perdemos de vista lo general (o el ser del ente) y viceversa, y esta imposibilidad forma parte de la misma verdad, de la naturaleza del ser. Pues bien, la obra de arte al realizar la verdad, también abarca este aspecto de la misma. La obra abre un mundo y ofrece así una totalidad de significaciones, una perspectiva nueva y explícita sobre la totalidad del ente, pero junto a este aspecto de claridad y significación explícita, la obra se presenta también como una ulterior reserva de significaciones que aún han de descubrirse, como un ocultamiento. La obra de arte nunca se revela en su totalidad, siempre está abierta a nuevas significaciones (Vattimo (19), pp. 108-109).

Este ocultamiento del que habla Heidegger, es quizá más apegado a la realidad. Decir que el arte permite conocer en su totalidad la esencia de las cosas es demasiado petulante. Si bien el arte puede destacar ciertas relaciones o estructuras más abstractas, no visibles normalmente, esto no quiere decir de ningún modo que dichas estructuras sean la esencia de las cosas. Me parece más sensato hablar del arte como productor de metáforas, un arte que integra dentro de una misma imagen las figuras particulares con configuraciones más genéricas que resaltan y ocultan diferentes aspectos de la figura particular. Pero tomando en cuenta que estas configuraciones genéricas no son nunca definitivas, pueden ser intercambiables, resaltando a veces unos aspectos de la figura particular y a veces otros.

Además de esta integración de lo particular y lo genérico, en el arte se da también una integración a otro nivel más formal y menos grandilocuente, la integración de los elementos de la obra en una estructura global única y clara. Sin embargo es esta capacidad del arte, como se mencionó al final del capítulo 1, la que ha llamado la atención para su aplicación concreta en otras áreas del conocimiento como la inteligencia artificial. Tal como se mencionó en el capítulo anterior, la obra de arte integra todos los elementos que la componen en una estructura única, coherente, redondeada, acabada, dándose una *fusión de las impresiones de sus elementos en un todo orgánico e indivisible* (G. Lukács (16), B. Croce (18)). La obra de arte está formada por una gran cantidad de elementos distintos y muy complejos, que sin embargo, se integran en una estructura única, clara; permitiendo al espectador sumergirse en una experiencia compleja, llena de matices, pero conjunta. Esta cualidad de las obras de arte hace pensar en su uso para facilitar la representación de conceptos muy complejos compuestos por una gran cantidad de elementos individuales que interactúan entre sí pero cuya individualidad a fin de cuentas se disuelve en el concepto global. De este modo sería posible apreciar la estructura global del concepto, lo que le da unidad, pero sin perder de vista la complejidad de los elementos y las relaciones que lo conforman.

El Arte como resaltador de la apariencia significativa

El pensamiento requiere algo más que la formación y asignación de conceptos; exige la aclaración de relaciones, el descubrimiento de la estructura oculta. El arte, dice Arnheim (1), ayuda a este descubrimiento, pues purifica la apariencia significativa; así como el químico "afsla" una sustancia de contaminaciones que distorsionan la posibilidad de considerar su naturaleza y efectos, la obra de arte resalta la estructura y las relaciones que considera pertinentes, purificando así cierta apariencia significativa.

En realidad, la purificación de la apariencia significativa está íntimamente relacionada con el papel integrador del arte mencionado arriba. En su proceso de integración entre lo genérico y lo particular, el arte presenta lo genérico como una propiedad de lo particular, haciendo de este modo la esencia visible y perceptible en el fenómeno (Lukács (16)), es decir, resaltando la apariencia significativa.

Al resaltar la apariencia significativa, el arte facilita la organización y síntesis del conocimiento. Para mostrar la importancia de esta función del arte, mencionaremos un estudio experimental realizado en 1956 por Ryan y Schwarz con el uso de caricaturas (citado por Hochberg (2)), tomando en cuenta que el objetivo y característica principal de las caricaturas es captar la "esencia" de los objetos representados. El experimento consistió en confrontar cuatro modos de representación: fotografías, dibujos sombreados, dibujos con silueta calcados a partir de fotografías y dibujos a manera de comic de los mismos objetos, por ejemplo una mano con los dedos doblados. Al presentar a distintas personas las imágenes durante breves exposiciones, se vio que el tipo de representación con el que se percibían correctamente los objetos en menos tiempo eran los dibujos a manera de comic. Se dieron dos respuestas a los resultados del experimento: a) los comics al resaltar la apariencia significativa de los objetos, resultaron estar más cercanos a la manera en que codificamos los objetos, y b) además de los rasgos visuales del objeto representado existen otros rasgos no visuales codificados en el comic, por ejemplo, en el caso de la mano doblada, quizá los dibujos precisos, en los que los dedos de secciones rígidas se doblan en la juntura, quizá se asemejen menos a lo que realmente sentimos (muscularmente) cuando doblamos los dedos. De ahí que la caricatura pueda en realidad ser no sólo tan informativa como un dibujo preciso, sino incluso directamente más informativa en lo que respecta a los fines de la tarea que debe realizar el sujeto.

El arte muestra entonces estructuras y relaciones importantes muchas veces ausentes o presentes pero de manera poco clara en la apariencia visual de los objetos, enriqueciendo así nuestro conocimiento de las cosas. El arte nos permite ver de manera clara lo que a simple vista no percibimos pero sin embargo forma parte constitutiva de lo que observamos, o como dijo Picasso, "el arte es una mentira que nos hace ver la verdad".

5. Síntesis y conclusiones.

Según lo visto en este capítulo podemos decir que la percepción, especialmente la percepción visual está íntimamente relacionada con el pensamiento, las características del pensamiento determinan la percepción y las características de la percepción determinan el pensamiento. La percepción visual es en gran medida la aportadora de patrones o esquemas con los que relacionamos conceptos a casi cualquier nivel de abstracción dentro del pensamiento. Estos patrones, o conceptos visuales, son adquiridos básicamente a través de la abstracción perceptual. Abstracción que a su vez es determinada por varios factores, de entre los cuáles los más importantes serían:

- el contexto
- la experiencia previa
- el movimiento (e implícitamente el tiempo)

Las imágenes poseen varias características necesarias para el pensamiento que el lenguaje verbal no tiene, como son su enorme riqueza estructural a nivel perceptual o el manejo de la polidimensionalidad. Estas características, presentes desde los ademanes hasta los diagramas usados en la enseñanza, nos aportan bases fundamentales para manejar conceptos a distintos niveles de abstracción. Sin embargo, las palabras son también importantes: el pensamiento por medio de imágenes se complementa con otras características fundamentales en la cognición que el lenguaje verbal posee. El lenguaje verbal aporta signos estables y permanentes que facilitan la conservación y estabilización del conocimiento. Además las palabras aportan una gran variedad de tipos discretos que permiten en gran medida la categorización del mundo, reduciendo la complejidad a escalas manejables.

Los conceptos visuales o patrones adquiridos por medio de la percepción, permiten integrar conocimiento nuevo al conocimiento viejo a través del uso de la metáfora. La metáfora transfiere las características de un concepto, llamado sujeto metafórico secundario, y todo el sistema de supuestos y lugares comunes asociados a él, a otro, llamado sujeto literal primario; de manera que vemos este último a través de una nueva luz, una especie de filtro formado por las características y supuestos asociados al sujeto metafórico, recalcando y escondiendo distintas propiedades del sujeto literal. Esto crea nuevas relaciones entre conceptos antes separados y amplía nuestros marcos conceptuales.

El uso más claro de la metáfora en las imágenes se da dentro del arte visual. Este uso de la metáfora en el arte permite resaltar ciertas estructuras o relaciones de las cosas, haciendo visibles conceptos más genéricos o abstractos relacionados con los objetos como una característica formal de los mismos, es decir, integrando lo concreto lo abstracto. El arte integra así distintos niveles de conocimiento, de lo particular a lo genérico, sin perder de vista la complejidad de estas relaciones; podemos, por ejemplo, ver en un mismo cuadro la estructura general, las configuraciones significativas de fuerzas como las llama Arnheim, y ver al mismo tiempo los detalles de los elementos que conforman esta estructura general. El arte permite ver al mismo tiempo la complejidad de los elementos individuales y la estructura que los unifica.

Esta integración del arte se da además por partida doble: a nivel conceptual entre lo particular y lo genérico por medio de la apariencia significativa y a nivel formal entre los elementos que conforman la obra y la obra en su totalidad. Esto permite pensar en la utilidad de ciertos elementos del arte para representar conceptos de gran complejidad de manera completa y clara.

Finalmente el arte está íntimamente relacionado, a través de la creación simbólica, con la creación y establecimiento de valores individuales que conforman al integrarse las cosmovisiones en las cuales se basan a su vez las culturas, y por supuesto, el conocimiento dentro de estas culturas. El arte por ello ocupa un papel de primera importancia en cualquier cambio o creación cultural.

Como conclusión, podemos decir que las características del arte visual le pueden dar, y de hecho le han dado ya en las distintas culturas a lo largo de la historia de la humanidad, un papel fundamental en el proceso de conocimiento. Papel que no puede ser ignorado por nadie que pretenda estudiar o emular estos procesos de pensamiento humano, como es el caso de la inteligencia artificial. Las facultades antes mencionadas del arte con respecto al conocimiento, hacen pensar en su utilidad en una de las áreas fundamentales en la inteligencia artificial hoy en día: la representación del conocimiento. Sin embargo antes de plantear posibles aplicaciones conviene revisar con más cuidado dos puntos: a) qué es hoy y qué problemas involucra la representación del conocimiento en la inteligencia artificial, y b) cómo es el lenguaje del arte y qué partes de su funcionamiento semiótico interno podrían retomarse para ser aplicados en la representación y codificación de conocimiento en inteligencia artificial. Estas dos cuestiones, constituirán los dos siguientes capítulos del presente trabajo.

6. Bibliografía

1. Arnheim, R. (1986) *El pensamiento visual*. España: Editorial Paidós
2. Gombrich, E. H.; Hochberg, J. & Black M. (1993) *Arte, percepción y realidad*. España: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
3. Swann, P. (1992) "Neurons, Perception, and Communication (a review of the book: Images and Understanding: Thoughts about Images, Ideas about Understanding, H. Barlow, C. Blakemore, and M. Weston-Smith)". *AI Magazine*. (Summer), pp. 97-102
4. Zeki, S. (1992) "The Visual Image in Mind and Brain". Scientific American, Mind and Brain Special Issue (September) pp. 43-50
5. López, M. & Castañeda S. (1993) "Inducción y empleo de la imagen como recurso instruccional". *Imágenes de los Primates a la Inteligencia Artificial*. México: UNAM-IIS
6. Tirado, F. (1993) "La imagen como recurso educativo". *Imágenes de los Primates a la Inteligencia Artificial*. México: UNAM-IIS
7. Crick, F. & Koch, C. (1992) "The Problem of Consciousness". Scientific American, Mind and Brain Special Issue (September) pp. 110-117
8. Damasio, A. R. & Damasio, H. (1992) "Brain and Language". Scientific American, Mind and Brain Special Issue (September) pp. 63-71
9. Lessing, G.E. (1991) "Los límites de la poesía y la pintura". *Antología. Textos de estética y teoría del arte*. México: UNAM
10. López, M. & Castañeda, S. (1993) "Las arquitecturas de la cognición y el procesamiento de la imagen". *Imágenes de los Primates a la Inteligencia Artificial*. México: UNAM-IIS
11. Goldman-Rakic, P. S. (1992) "Working Memory and the Mind". Scientific American, Mind and Brain Special Issue (September) pp. 72-79
12. Knapp, M. L. (1991) *La comunicación no verbal, el cuerpo y el entorno*. México: Editorial Paidós
13. Way, E. C. (1991) *Knowledge representation and metaphor*. Holanda: Kluwer Academic Publishers
14. Racionero, L. (1987) *Arte y Ciencia*. España: Editorial Laia

15. Maritain, J. (1991) "La virtud del arte". *Antología, Textos de estética y teoría del arte*. México: UNAM
16. Lukács, G. (1966) *Problemas del realismo*. México: Fondo de Cultura Económica
17. Hegel, G. W. F. (1991) "Necesidad y fin del arte (extraído de *De lo bello y sus formas (Estética)*)". *Antología, Textos de estética y teoría del arte*. México: UNAM
- 18- Croce, B. (1991) "La intuición y el arte (extraído de *Estética como ciencia de la expresión y lingüística general*)". *Antología, Textos de estética y teoría del arte*. México: UNAM
19. Vattimo, G. (1990) *Introducción a Heidegger*. México: Editorial Gedisa
20. Gadamer, H. G. (1991) *La actualidad de lo bello*. España: Ediciones Paidós
21. Sánchez Vázquez, A. (1992) *Invitación a la estética*. México: Editorial Grijalbo.
22. Read, H. (1967) *Orígenes de la forma en el arte*. Argentina: Editorial Proyección.

CAPITULO 3

III. LA REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO.

Aunque no fue reconocida como un campo dentro de la inteligencia artificial hasta hace poco tiempo, hoy día la representación del conocimiento ha sido llamada muchas veces el problema central de la inteligencia artificial. El conocimiento parece ser un prerrequisito para cualquier tipo de comportamiento inteligente. Todas las áreas de investigación dentro de la inteligencia artificial, dice Eileen Way (1), desde los juegos hasta los sistemas expertos, desde el procesamiento de lenguaje natural hasta la visión por computadora, requieren grandes cantidades de conocimiento sobre el dominio dentro del cual trabajarán. Los juegos de ajedrez, por ejemplo, requieren saber no solo qué movimientos son legales para cada pieza sino también toda la heurística o reglas de dedo para decidir cuál es la mejor estrategia o para saber cuando el juego está prácticamente ganado o perdido de acuerdo a sus intenciones y propósitos. Los sistemas expertos, por su parte, son la incorporación misma de los conocimientos y las experiencias del experto traducidos en conjuntos de reglas de condicionamiento. También dentro de la visión por computadora se ha descubierto una gran distancia entre los datos de las imágenes en bruto y cualquier tipo de utilización inteligente de los mismos. Para dar sentido a las imágenes son necesarios distintos tipos de conocimiento: conocimiento sobre luminosidad y cambios de brillo, conocimiento sobre la relación de estos cambios con la textura, los bordes, las superficies, etc. Así mismo, el procesamiento de lenguaje natural requiere también grandes cantidades de conocimiento; conocimiento sobre la sintaxis del lenguaje y el significado de las palabras, conocimiento sobre qué es lo que es asumido como sabido dentro de una conversación y las implicaciones de elegir determinadas palabras, etc.

De hecho, el bagaje de conocimiento de sentido común que posee una persona promedio es enorme: conocimiento acerca de lo que ve, acerca de cómo se comportan los objetos dentro del mundo, sobre el lenguaje, sobre los sentimientos y motivos de otras personas, etc. Por ello, si se quiere alguna vez crear una máquina capaz de comportarse inteligentemente, es necesario encontrar alguna manera para codificar este inmenso cúmulo de conocimientos. Este es el problema de la representación de conocimiento.

Es importante aclarar que tanto el uso del término *Representación del conocimiento* como el uso de la palabra '*conocimiento*' dentro de la inteligencia artificial, son totalmente diferentes a los usos que tendrían estos mismos términos en filosofía. En filosofía, la palabra conocimiento significa una creencia que de algún modo se justifica como verdadera; mientras que en inteligencia artificial, lo representado es simplemente cualquier tipo de creencia sostenida por un ser racional.

La parte de la filosofía que estudia los problemas del conocimiento es la epistemología; durante siglos la epistemología ha estudiado, tanto la naturaleza y los alcances del conocimiento, como las presuposiciones, bases y confiabilidad implicadas en el conocimiento de la realidad. La epistemología no se interesa por el porqué la gente cree lo que cree o el cómo llegó a sus creencias; su interés está más bien en determinar qué tanto de lo que pensamos que conocemos es conocimiento genuino, es decir, una parte objetiva del mundo externo, y qué tanto es contribución de la mente humana. Algunos de los problemas involucrados en la epistemología incluyen el estatus del conocimiento obtenido por distintos

medios: ¿el conocimiento aportado por nuestros sentidos difiere del conocimiento obtenido por medio de la razón? ¿existe algún tipo de conocimiento que pueda ser considerado fuera de duda?

Por supuesto, no es el conocimiento en este sentido el que está interesado en representar la inteligencia artificial. Sin embargo, dice E.C. Way, la representación del conocimiento en inteligencia artificial comparte con la epistemología algunas preguntas acerca del conocimiento y las creencias que desea representar; preguntas acerca de el estatus de los universales, de los conceptos o de las ideas abstractas. Los seres humanos manejamos la complejidad encontrando patrones comunes y agrupando las cosas dentro de conceptos y categorías, pero ¿qué es lo que determina la estructura y organización de estos conceptos y cuál es su relación con el mundo externo? ¿Son los conceptos una mera invención humana o son desarrollados por los seres humanos como una respuesta a algún orden natural del mundo? Estas preguntas, tradicionalmente relacionadas con la epistemología y la psicología, son compartidas ahora también por los investigadores de la inteligencia artificial (E.C. Way (1), pp. 64).

Aunque el uso de la palabra 'conocimiento' es muy diferente del utilizado en filosofía, debido a que este es el término normalmente utilizado en la literatura de inteligencia artificial, seguiremos utilizando este término en su sentido dentro de la inteligencia artificial: como toda información y creencias que manejamos diariamente y que pueden o no reflejar el mundo externo. De este modo, la representación del conocimiento se interesa en el cómo definir nuestro vasto cúmulo de conocimientos y experiencias de manera tal que puedan ser formalizadas, codificadas y manejadas dentro de una máquina.

1. Las implicaciones de representar conocimiento.

En su artículo "What Is a Knowledge Representation" Davis, Shrobe y Szolovits (2) dicen que la mejor manera para entender lo que es una representación de conocimiento es analizar los distintos roles que juega e implica cualquier modelo que pretenda representar conocimiento. Davis, Shrobe y Szolovits resumen el fenómeno de representación de conocimiento a cinco roles fundamentales.

1.1. Una representación de conocimiento es solo un sustituto de la realidad.

Cualquier entidad inteligente que pretenda razonar acerca del mundo, dicen Davis, Shrobe y Szolovits ((2), pp. 18), se enfrenta siempre ante un hecho ineludible: el razonamiento es un proceso interno, pero la mayoría de las cosas sobre las que razona existen solo externamente. Cualquier representación es simplemente un sustituto dentro del ente racional de las cosas que aparecen en el mundo. Las operaciones realizadas con y sobre representaciones sustituyen la interacción directa con el mundo. Desde este punto de vista, el razonamiento mismo sería en parte solo un sustituto de la acción en el mundo cuando no podemos o no queremos realizar dicha acción. Al hablar de las representaciones como sustitutos de la realidad surgen dos cuestiones importantes. La primera es acerca de cómo sustituye la representación al mundo; al hablar de representación hablamos implícitamente de que existe una correspondencia específica entre la representación y el supuesto referente en el mundo; esta correspondencia es lo que se conoce como la semántica de la representación.

La segunda cuestión es acerca de la fidelidad de la representación: qué tan cercano está el sustituto de la cosa real, qué atributos del original son capturados y hechos explícitos y qué atributos son omitidos. La fidelidad perfecta es imposible, tanto en la práctica como por principio, la única representación exacta de un objeto es el objeto mismo: todas las otras representaciones son inexactas, inevitablemente contienen supuestos, simplificaciones y, a veces, agregados. Al tratar, por ejemplo, de describir el mundo natural, siempre es necesario mentir, por lo menos por omisión; como mínimo debemos omitir algo de la ilimitada complejidad de la naturaleza. Por otro lado, como también dijimos antes, muchas veces introducimos algunas estructuras o categorías no presentes en el mundo natural.

Como todas las representaciones son imperfectas, siempre existe la posibilidad de error. El error varía dependiendo de qué tan adecuada es la representación que escogimos para la tarea específica a realizar; pero lo que es totalmente cierto es que cualquier representación, si razona durante un tiempo prolongado y sobre un terreno lo suficientemente amplio, cometerá errores.

El utilizar inferencias puras, de acuerdo a la lógica tradicional, no nos libra del error, lo más que nos puede asegurar es que la inferencia no es la fuente de error. Dada la inevitabilidad del error, aún utilizando lógica pura, es falso que el utilizar otros métodos de razonamiento inexacto implica moverse de la total exactitud al error, se trata más bien de balancear la posibilidad de agregar otra posible fuente de error contra otras posibles ventajas de otros métodos, como rapidez y eficiencia por ejemplo. Por ello en la práctica siempre es conveniente evaluar los costos y beneficios entre utilizar lógica pura y utilizar otros métodos de razonamiento.

1.2. Una representación de conocimiento implica un conjunto de supuestos ontológicos.

Tal como dijimos anteriormente, todas las representaciones son aproximaciones imperfectas de la realidad. Cada representación presta atención a ciertas cosas e ignora otras. Por ello, plantean Davis, Shrobe y Szolovits, al seleccionar cualquier representación, inevitablemente tomamos una serie de decisiones acerca de qué y cómo ver en el mundo: cuando seleccionamos una representación tomamos también el conjunto de supuestos ontológicos que lleva implícita dicha representación. Por ejemplo, mencionando algunas de las representaciones más comunes, podríamos decir que el uso de la *lógica* implica de algún modo, una visión del mundo en términos de entidades individuales y relaciones entre ellas; el uso de *reglas de producción* implica una visión del mundo en términos de objetos compuestos de atributos y valores de estos atributos, así como las reglas de inferencias probables que los conectan, y el uso de patrones predeterminados o *frames* nos hace pensar en términos de objetos prototípicos.

Este conjunto de supuestos implicados en la representación son, en su efecto, como un par de anteojos que determinan lo que vemos, enfocando ciertas partes y dejando borrosas otras. Además, este efecto de enfoque-borrado lejos de ser un impedimento constituye una ventaja, pues la juiciosa selección de supuestos nos permite enfocar la atención sobre las aspectos del mundo que creemos relevantes. Debido a la abrumadora complejidad del mundo natural, el efecto de enfoque de la representación es extremadamente útil, ya que nos brinda una guía que nos permite saber qué ver y cómo ver un mundo que de otro modo sería inaccesible por su excesiva complejidad y detalle.

Los supuestos ontológicos pueden ser escritos en una gran variedad de lenguajes y notaciones (*lógica*, *Lisp*, etc.), sin embargo, lo esencial en ellos no es la forma en que se escriban sino su contenido, esto es, el conjunto de conceptos que ofrecen como medios para pensar sobre el mundo. Dicho de otro modo, lo importante de las representaciones son sus distintos componentes y conexiones, no si están escritas en uno u otro lenguaje de cómputo.

1.3. Una representación de conocimiento es una teoría parcial de razonamiento inteligente.

Un tercer rol que destacan Davis, Shrobe y Szolovits, es el de la representación como una teoría parcial de razonamiento inteligente. Este papel surge de que la concepción inicial de cualquier representación es motivada la mayoría de las veces por una visión determinada acerca de cómo razona la gente y lo que significa razonar inteligentemente. Esta teoría es parcial ya que, en primer lugar, normalmente incorpora solo una parte de la visión que la motiva y, en segundo lugar, esta visión siempre es a fin de cuentas solo una parte del fenómeno, sumamente complejo y multifacético, que es el razonamiento inteligente.

La teoría de razonamiento inteligente de la representación está muchas veces implícita, pero puede hacerse más evidente si examinamos sus tres componentes: (1) la concepción fundamental de inferencia inteligente de la representación (¿Qué significa razonar inteligentemente?); (2) el conjunto de inferencias que la representación permite (¿Qué es lo que se puede inferir a partir de lo que conocemos?), y (3) el conjunto de inferencias que la representación recomienda (¿Qué es lo que debemos inferir a partir de lo que conocemos?).

Un ejemplo claro del modo en que el modo de representar el conocimiento lleva consigo una concepción de lo que es razonar inteligentemente lo podemos ver volteando hacia la tradición iniciada por Aristóteles y continuada por Descartes, Leibniz, Boole, Frege, etc. Bajo la noción del conocimiento propuesta por esa tradición, razonar inteligentemente significa única y exclusivamente razonar lógicamente, entendiendo por lógicamente, razonar por medio de la lógica formal de deducción pura propuesta por aristóteles. Bajo esta noción, cualquier tipo de razonamiento que no se atenga a la deducción pura es concebido como una aberración.

Las distintas concepciones sobre la naturaleza del razonamiento inteligente, dan pie a distintos fines, distintas definiciones de lo que puede ser considerado exitoso y distintos mecanismos para implantar estas concepciones.

El segundo componente que mencionamos de la teoría de razonamiento inteligente de la representación, es el conjunto de inferencias permitidas en dicha representación, es decir, qué inferencias pueden considerarse como apropiadas a partir de la información existente.

La definición clásica de inferencias posibles puede verse en la lógica formal tradicional, donde las únicas inferencias posibles son las inferencias puras hechas a través de vínculos lógicos. Pero existen otro tipo de modelos: los sistemas basados en reglas de producción, por ejemplo, contienen conjeturas del mismo tipo que hacen los expertos humanos, conjeturas que no son necesariamente ni verdaderas ni deducciones puras en ningún modelo; las representaciones basadas en frames (patrones predeterminados) enfrentan también la posibilidad de llegar a conclusiones incorrectas debido a la existencia de semejanza suficiente entre dos patrones, a expectativas definidas en el modelo o simplemente a defaults asumidos por el modelo. Estos dos últimos tipos de representaciones, basados en la tradición psicológica, definen el conjunto de inferencias posibles con respecto a la conducta del experto humano más que con respecto a modelos abstractos. Aunque las inferencias permitidas por estas representaciones son mucho menos precisas que las de la lógica formal, son igualmente apropiadas de acuerdo a su concepción de razonamiento inteligente. Al definir el razonamiento inteligente en términos de conducta humana, éste es visto como un fenómeno empírico de gran complejidad cuya caracterización puede ser apenas capturada en el momento de manera muy burda y nunca puede ser definido con precisión matemática: de ahí lo apropiado de una respuesta aproximada.

Además de la indicación de qué inferencias nos son permitidas, necesitamos saber también cuáles de esas inferencias posibles nos conviene realizar, es decir, qué inferencias son inteligentes; esta indicación viene dada por el conjunto de inferencias recomendadas. Al definir cualquier representación de conocimiento, siempre debemos decir algo acerca de cómo razonar inteligentemente.

1.4. Una representación de conocimiento es un medio de cálculo eficiente.

Desde un punto de vista puramente mecanicista, dicen Davis, Shrobe y Szolovits, el razonamiento, en las máquinas por lo menos, es un proceso computacional, un proceso de cálculos y operaciones formales. Por ello, además de los requerimientos conceptuales, las representaciones de conocimiento deben tomar en cuenta su futura implantación en una máquina, y por lo mismo, deben estar estructuradas de tal manera que facilite la realización de cálculos sobre ellas. Poniéndolo de manera simple: para usar una representación, debemos poder hacer cálculos y operaciones sobre ella. Como resultado de esto, hay una

serie de preguntas centrales para la noción de representación que deben hacerse acerca de la eficiencia computacional de la misma.

Este hecho ha sido reconocido desde hace mucho tiempo, al menos implícitamente, por los diseñadores de modelos de representación de conocimiento: además de las especificaciones del conjunto de inferencias reorientadas, las representaciones normalmente ofrecen una serie de ideas sobre el cómo organizar la información de manera que se facilite la realización de dichas inferencias.

1.5. Una representación de conocimiento es un medio de expresión humana.

Finalmente, Davis, Shrobe y Szolovits, establecen que las representaciones de conocimiento son también medios a través de los cuales expresamos cosas sobre el mundo, son el medio de expresión y comunicación a través del cual le decimos a la máquina, y quizá a otros individuos, nuestras impresiones acerca del mundo. Este rol de las representaciones como medios para nuestra expresión y comunicación, es inevitable, dicen los autores (pp. 27), mientras tengamos que decirle a la máquina (o a otras gentes) acerca del mundo y mientras lo hagamos creando y produciendo representaciones.

Este papel trae a colación dos conjuntos de preguntas. En primer lugar, debemos preguntarnos qué tan bien funciona la representación como medio de expresión, qué tan general y precisa es, etc. En segundo lugar, aunque a menudo no se hace, debemos preguntarnos qué tan bien funciona dicha representación como medio de comunicación, es decir, qué tan fácil resulta hablar y pensar en ella como lenguaje: qué tipo de cosas pueden decirse fácilmente y qué tipo de cosas son tan difíciles de decir que resulta pragmáticamente imposible decir las.

Una representación es un lenguaje a través del cual nos comunicamos, por lo mismo, debemos poder hablar a través de ella, sin realizar ningún esfuerzo heroico.

2. Los principales modelos de representación de conocimiento.

A continuación, mencionaremos algunos de los modelos de representación de conocimiento que más han influenciado el desarrollo de la inteligencia artificial.

2.1. La lógica en la representación de conocimiento.

En los comienzos de la Inteligencia Artificial, y en gran parte por la influencia de una fuerte tradición en el pensamiento occidental que se remonta a Aristóteles y tiene sus planteamientos más radicales a principios de siglo en los positivistas lógicos, la lógica formal es considerada el candidato natural para ser adaptada como esquema de representación de conocimiento. Además de tener una sintaxis y una semántica precisas, la lógica formal tiene la ventaja de tener una metateoría bien desarrollada, es decir, es capaz de brindar pruebas acerca de la efectividad de sus propiedades; por ejemplo, la lógica ha mostrado ser un sistema puro en el que es imposible probar una proposición falsa, y un sistema completo en el que cualquier proposición verdadera posee una prueba de su verdad.

Estas cualidades de la lógica formal la han hecho merecedora de un papel primordial dentro de la inteligencia artificial, al grado de que muchos investigadores dentro del campo sostienen que, ya sea la lógica formal o alguna variante de ella, posee todo el poder expresivo necesario para razonar y representar todas las proposiciones que describen nuestro mundo. Sin embargo, hay otra buena parte de investigadores mantienen que, de hecho, la lógica no capta los principales procesos de razonamiento humano, negando que la mayoría del pensamiento sea deductivo. Además, sostienen, la lógica carga con un conjunto de supuestos ontológicos no comprobados y que limitan fuertemente las técnicas de representación.

En su libro "Knowledge Representation and Metaphor", Eileen Way relaciona esta controversia con la planteada por Sowa entre los "neats" y los "scruffies" (E.C. Way (1), J.F. Sowa (4)), donde los "scruffies" descalifican la lógica simbólica como poco realista desde el punto de vista psicológico y lingüísticamente carente de importancia, mientras los "neats" mantienen que las propuestas de los "scruffies" son cuando más, variantes triviales de la lógica formal, y cuando menos, una serie de notaciones confusas sin ninguna denotación en el mundo real.

Sin embargo, la aplicación de la lógica a la inteligencia artificial se ha dado en dos sentidos muy distintos: por un lado, el uso de la lógica como esquema de representación, es decir, proponer que la semántica y sintaxis de la lógica formal captan adecuadamente la forma y estructura de nuestro conocimiento, y por otro lado, su uso como medio para razonar sobre ese conocimiento, es decir, proponer el proceso deductivo como una forma adecuada para representar los procesos reales de razonamiento.

La representación lógica.

Como esquema de representación, la formalización de cualquier dominio del conocimiento a través de la lógica comienza normalmente con una conceptualización, es decir, hacer una lista de los objetos que presumiblemente existen en el mundo y de las relaciones que existen entre ellos. Entendiendo como objetos cualquier cosa acerca de la cual pueda decirse algo, cosas concretas o cosas abstractas. De este modo, las entidades básicas de que consiste la lógica formal como esquema de representación son objetos, propiedades y relaciones. Además la lógica es capaz de realizar asertaciones acerca de entidades que no son bien conocidas. Por ejemplo el cuantificador existencial, \exists , permite hablar de algo, cualquier cosa, con sus atributos y relaciones sin tener que especificar nada más que la existencia de la cosa a que nos referimos. De igual modo el cuantificador universal, \forall , permite hablar de toda entidad que posee alguna característica determinada sin saber cuáles son esas entidades. Esta propiedad para manejar conocimiento incompleto, es considerada una de las características más poderosas de la lógica formal. De este modo, la lógica es capaz de darnos una representación uniforme con una sintaxis precisa y una semántica clara, agregando además, su ya mencionada pureza y completud.

Sin embargo, existen una gran cantidad de limitantes de la lógica formal que han sido ya señaladas por sus opositores. Entre estas críticas, mencionadas por Eileen C. Way (1), podemos mencionar un primer conjunto de ellas que se refieren a los varios aspectos lingüísticos que la lógica es incapaz de captar, como son las posibilidades, las intenciones, las creencias, eventos hipotéticos, referencias temporales, etc. lo que dificulta enormemente la traducción de expresiones del conocimiento común a la lógica. Por otro lado, la lógica formal es prácticamente un formalismo independiente del contexto, es decir, el significado de una expresión es independiente del contexto en el cual es dicha, siendo el conocimiento, en opinión de gran parte de los investigadores actuales, algo mucho más detallado y dependiente del contexto, guiado más a aplicaciones particulares que a verdades universales. Además de lo anterior, podemos mencionar el reclamo hecho por Minsky (citado en E.C. Way (1)) contra la representación puramente declarativa de la lógica, representación que deja de lado todo el conocimiento procedural que mencionamos ya en el capítulo 1.

La inferencia lógica.

La lógica, como dijimos anteriormente, además de esquema de representación puede ser utilizada como medio de razonamiento. El procedimiento a través del cual ha sido utilizada la lógica como mecanismo de razón, fue desarrollado a mediados de los 60's por J. A. Robinson y es conocido como procedimiento de resolución. Este método crea pruebas por refutación. En otras palabras, si la verdad de una proposición se encuentra implícita en una base de datos, entonces al introducir su negación deberá producirse una contradicción. La principal ventaja del uso de la lógica formal en la inferencia de nuevo conocimiento se debe básicamente a que la lógica pura es *monotónica*, es decir, la adición de nuevo conocimiento nunca provocará la falsedad del conocimiento previo. Esta propiedad trase a su vez muchas ventajas, por

ejemplo, al agregar cualquier declaración, la base de conocimientos no necesitará hacer ninguna revisión para asegurarse de que la nueva declaración es consistente con el conocimiento anterior. Además el monto de conocimiento siempre será incrementado al agregar cualquier información a la base de conocimientos; cosa que no sucede con los sistemas cuyas inferencias son no monotónicas. Sin embargo, los sistemas que manejan únicamente lógica monotónica son incapaces de sostenerse en dominios donde hay cambios constantes o conocimientos vagos e incompletos.

Entre los problemas que se han encontrado con el procedimiento de resolución de Robinson, está principalmente su ineficiencia. El tiempo de búsqueda empleado por el método de resolución crece exponencialmente con el número de premisas utilizadas para describir el problema, lo que lo hace insostenible para la resolución de problemas que involucran alto grado de complejidad. Esta cantidad de tiempo se debe en parte a que, de hecho, cualquier conjunto de premisas contiene un número infinito de conclusiones válidas implícitas, la mayoría de las cuales serán triviales o irrelevantes para el problema a resolver. Muchas investigaciones actuales están enfocadas a tratar de encontrar modos de definir estrategias y métodos heurísticos que puedan escoger solo las conclusiones pertinentes. Otro problema que se presenta con el método de resolución es lo que se ha llamado el *problema de parvo*, es decir, la búsqueda de una prueba no termina a menos que la prueba sea encontrada.

Como hemos mencionado, los sistemas basados en lógica formal consisten en un conjunto de axiomas uniformes, independientes de cualquier dominio de conocimiento, y un probador general de problemas que opera sobre ellos. La deducción natural, por el contrario, aprovecha la representación no-uniforme para guardar información y técnicas heurísticas que facilitan el razonamiento en situaciones particulares con el conocimiento de dichas situaciones.

Los problemas de la lógica.

Además de los problemas específicos que se han encontrado con el método de resolución de Robinson, existen varios cuestionamientos hacia la importancia del papel de la deducción en el razonamiento común. Uno de los investigadores que han cuestionado seriamente el supuesto de que gran parte del pensamiento es deductivo es Drew McDermott (citado en E.C. Way (1)). En su artículo *Crítica de la Razón Pura* publicado en 1987, McDermott afirma que gran parte de nuestras inferencias y planes diarios no incluyen ninguna 'prueba' de su validez. Por ejemplo, no podríamos probar que nuestro plan para ir al aeropuerto o para ir a trabajar va a tener éxito; es más, muy probablemente existan muchas razones por las cuales nuestro plan puede no funcionar (que se descomponga el carro, que haya una accidente en el camino, etc.) y sin embargo de todas formas no dejemos de tratar de llevarlo a cabo. Aunque la lógica formal ha sido tomada durante largo tiempo como el ideal del razonamiento humano, la verdad es que la gente no confía en la deducción lógica en sus razonamientos cotidianos. De hecho muchas inferencias generadas por medio de la deducción lógica van contra nuestra intuición y hasta son incorrectas para nuestras situaciones cotidianas.

Han habido ya muchas investigaciones que han rebatido el papel preponderante de la lógica dentro del proceso de inferencia humano, muchas hechas por medio de experimentos con individuos a los que se les proponen problemas reales. Entre los investigadores más destacados y que han presentado pruebas que por muchos son consideradas contundentes se encuentran los ingleses Philip Johnson-Laird y Peter Wason, y los israelitas Daniel Kahneman y Amos Tversky (citados en Gardner (3)), la conclusión de estas investigaciones es en parte simple: la lógica no nos ofrece un modelo válido que explique cómo resuelven la mayor parte de los hombre la mayoría de sus problemas en la mayoría de las ocasiones.

Y estas incoherencias al aplicar el cálculo de la lógica formal parecen repetirse con otros métodos tomados como "altamente racionales", como sería el cálculo de probabilidades. Pongamos un ejemplo citado por Tversky y Kahneman. Tomemos el caso de Laura, una mujer soltera de 31 años de edad, locuaz y muy inteligente. En los últimos años de la universidad asistió a cursos especiales de filosofía. Mientras era estudiante universitaria le preocuparon mucho los problemas de discriminación racial y justicia social, y también participó en demostraciones antinucleares. Se le informa a un sujeto todo esto y

se le pide que clasifique una serie de ocho enunciados, desde los más hasta los menos probables; la lista abarca algunos de este tipo: "Laura es trabajadora social psiquiátrica", "Laura es cajera de banco" y "Laura es cajera de banco, y participa activamente en el movimiento feminista". Si nos dejamos llevar por la razón, diríamos que es más probable que Laura sea cajera de banco, y no que sea a la vez cajera de banco y participe activamente en el movimiento feminista. Después de todo, la probabilidad de un suceso cualquiera x es siempre mayor que la probabilidad de que se produzcan a la vez un suceso x y otro suceso y , independientes entre sí. Sin embargo, más de un 80% de los sujetos interrogados (incluidos algunos con altos conocimientos en estadística) se inclinan por responder que Laura es cajera de banco y feminista, en mayor medida que por responder que sólo es cajera de banco.

Pero, ¿a qué se debe esta burla a la racionalidad, y por qué falla en situaciones similares la lógica? Para Tversky y Kahneman, en estos casos las leyes de la probabilidad y de la lógica (según sea el caso) son avasalladas por el principio de representatividad. Las personas están sumamente acostumbradas a que si alguien posee ciertas características, también posee otras (por ejemplo, en la medida en que una mujer es activa militante política, es probable también que sea feminista). En verdad, cuanto mayor sea el número de detalles compatibles con el cuadro "representativo", más probable es que el sujeto concuerde con estos nuevos detalles, aunque, sobre bases racionales, el agregado de tales detalles restrinja cada vez más el conjunto, y por ende lo vuelva menos probable en términos absolutos.

Por su parte, sobre la ineficacia de la lógica el antropólogo Roy D'Andrade apuntó en 1982 (citado en Gardner (3)), que el vocabulario empleado por el lógico es un vocabulario de segundo orden. No es una enunciación referida a objetos o sucesos, sino más bien a la consistencia o inconsistencia de las enunciaciones sobre tales sujetos o sucesos. Los enunciados del lenguaje corriente, por el contrario, no se refieren normalmente a condiciones de verdad, sino a estados de cosas presentes en el mundo. Aparentemente, las personas están conformadas o educadas de modo tal que su principal interés radica en lo que acontece en el mundo en tales o cuales circunstancias. La velocidad y complejidad del razonamiento de los individuos parece ser primordialmente una función de su familiaridad con los materiales que procesan y de la organización de estos últimos, más bien que una función de una capacidad especial o general de la persona que razona.

Los análisis efectuados por D'Andrade, Tversky, Kahneman y Johnson-Laird entre otros, sugieren que para entender el razonamiento lógico de los seres humanos, en lugar de atribuirles algún tipo de cálculo lógico-formal es mejor prestar atención a dos factores, uno de ellos vinculado con el contenido -cuanto mayor sea la familiaridad del sujeto con un problema, y más ricos los esquemas pertinentes de que dispone, más pronto habrá de resolverlo- y el segundo con la forma -el sujeto resuelve el problema en la medida en que es capaz de construir modelos mentales que representan la información pertinente de modo apropiado, y los utiliza en forma flexible-.

Sería simple decir que las formas de pensar distantes de la razón lógica tradicional son erróneas o inadecuadas, en realidad, el comportamiento de los seres humanos les ha permitido sobrevivir en cierto tipo de medios biológicos y sociales, aunque ello no respondiera a las nociones abstractas de la lógica. Bien puede ser que el tipo de inducciones y deducciones que los individuos efectúan habitualmente, y aun reflexivamente, sean las que tienen más probabilidades de permitirles sobrevivir. En tal caso, serían racionales en este sentido absoluto, aun cuando parecieran irracionales a la luz de los principios que se exponen en los textos.

Para Eileen C. Way, los seres humanos nos guiamos en nuestra vida diaria por medio de modelos que tenemos de las cosas, modelos que nos permiten relacionar cosas y hacer distinciones entre ellas imposibles de hacer con el cálculo puro de la lógica formal. Sin embargo, una vez que hemos desarrollado el modelo de alguna situación y las inferencias pertinentes de ese modelo, dichas inferencias pueden ser capturadas por medio de un conjunto de axiomas lógicos, axiomas que describen simplemente los resultados previamente generados por el modelo. Esto por supuesto significa que, cualquier modelo distinto, producirá un conjunto también distinto de axiomas, pues las relaciones y restricciones habrían cambiado. Así, dice Eileen Way, el modelo determina los axiomas lógicos del sistema y no al revés.

2.2. Esquemas de representación no-lógica

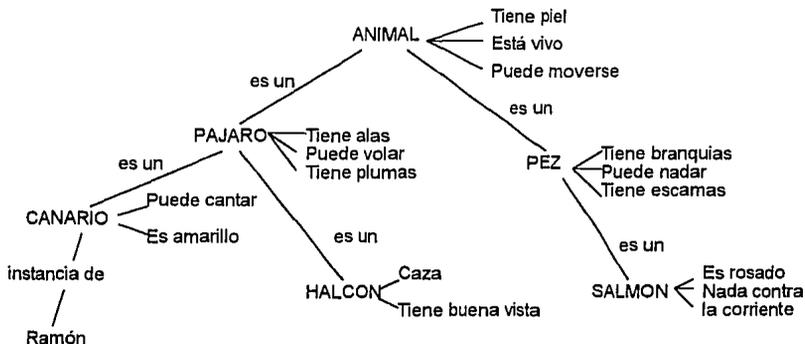
Reflexiones e investigaciones como las de Tversky, Kahneman, Johnson-Laird y D'Andrade acerca de la lógica y el pensamiento racional, junto con otros muchos estudios llevados a cabo por diferentes investigadores, han estimulado la búsqueda de nuevas formas y esquemas, distintos de la lógica formal, para representar el conocimiento y el proceso de razonamiento humano. A continuación explicaremos someramente algunas de las principales

Redes semánticas.

El conjunto de formalismos de representación de conocimiento conocidos como redes semánticas han sido de gran influencia en el desarrollo de la inteligencia artificial. Hay muchos tipos distintos de redes semánticas utilizadas en inteligencia artificial, pero son agrupadas bajo el mismo nombre debido a su notación común consistente en *nodos* (dibujados por medio de puntos, círculos o cajas) y *arcos* (o vínculos dibujados por medio de flechas) que conectan los nodos. Ambos, arcos y nodos, pueden tener etiquetas que indiquen lo que representan. Los nodos normalmente representan objetos, conceptos o situaciones, mientras que los arcos representan relaciones entre ellos.

Uno de los tipos de redes semánticas más utilizados es el llamado *type hierarchy* o *jerarquía por tipos*. Una jerarquía de tipos es una red compleja de tipos y conceptos organizados de acuerdo a niveles de generalidad, donde los conceptos se vuelven más abstractos a medida que uno se mueva hacia arriba de la jerarquía. Los nodos del nivel más bajo denotan individuos específicos y los nodos de los niveles más altos denotan categorías de individuos o tipos. Debemos ser cuidadosos en la distinción entre un tipo o concepto y una instancia de ese tipo, pues en realidad, un individuo real es algo totalmente diferente a un concepto abstracto; por ello muchas redes especifican cuando el arco o vínculo entre nodos es del tipo *instancia de*, o del tipo *es un*.

Las redes semánticas que contienen tipos organizados de acuerdo a niveles de generalidad, tienen también otra propiedad importante, la *herencia*. En una red semántica estructurada jerárquicamente, las propiedades y relaciones de cualquier tipo pueden ser heredadas por todos sus subtipos. Por ejemplo, si sabemos que los canarios son un subtipo de los pájaros, y tenemos un canario que se llama Ramón, podemos concluir que Ramón es también un pájaro y que hereda todas las propiedades que los pájaros poseen. En la siguiente figura podemos ver un ejemplo de una red semántica de jerarquía por tipos.



En este tipo de estructuras, muchas de las propiedades de Ramón, como son tener alas o poder volar, necesitan ser representadas en el nodo de Ramón; se encuentran implícitas en el orden jerárquico. De este modo, las jerarquías por tipos incorporan una especie de razonamiento por default, pues las propiedades heredadas por una instancia dada, son propiedades que atribuimos a todas las instancias de un tipo a menos que exista una razón para no hacerlo. Así, si sabemos que todos los pájaros tienen alas y sabemos que Ramón es un canario y un canario es un pájaro, podemos concluir, a menos que explícitamente se diga lo contrario, que Ramón tiene alas. Sin embargo, si se nos dice que Ramón en especial es un canario deforme que no tiene alas, esta información en el nivel del subtipo bloquea la herencia de la propiedad "tiene alas" del supertipo pájaro.

Las propiedades heredadas por default pueden traer algunos problemas cuando hay excepciones o herencia múltiple. El problema con las excepciones surge cuando la propiedad de un supertipo se aplica a la mayoría pero no a todos los subtipos. Por ejemplo, la propiedad "puede volar" es importante para el concepto de pájaro y se aplica a la mayoría de sus instancias, sin embargo, no se cumple ni para los pingüinos ni para gallinas ni para guajolotes. En estos casos, será necesario cancelar la herencia de la propiedad general que dice "todos los pájaros pueden volar". Esta cancelación trae a su vez una no-monotonidad, pues la conclusión de que una especie particular de pájaro puede volar tiene que ser borrada una vez que se descubre que dicho pájaro es una excepción.

La herencia múltiple también crea problemas. Cuando un subtipo particular hereda propiedades de distintos tipos, es probable que algunas de las propiedades heredadas entren en conflicto. Algunos de los nodos para resolver este conflicto

Algunos investigadores como Patrick Hayes (citado en E.C. Way(1)) han declarado que prácticamente cualquier esquema de representación conocida, incluidas las redes semánticas, tiene una representación equivalente en la lógica formal. Por ejemplo, dice Hayes, los vínculos de las jerarquías pueden ser representados por medio de implicaciones lógicas, y los supertipos de un determinado subtipo pueden encontrarse al aplicar repetidamente la especificación universal y el modus ponens. Sin embargo, muchos investigadores sienten que la estructura de las redes semánticas brindan mayor información y facilitan más las inferencias que su representación correspondiente en lógica formal. Por ejemplo, la estructura de la red jerárquica representa implícitamente toda la información negativa, es decir, todo lo que un pájaro no es; en una representación por medio de lógica en cambio, cada información negativa tendría que tener una proposición específica, con lo que el número de proposiciones negativas ascendería a un número tal, que excedería varias veces el número de proposiciones positivas. Además las representaciones por medio de lógica formal no pueden contender con los problemas de la excepción o la herencia múltiple.

Patrones predeterminados: scripts y frames.

Los frames fueron propuestos por vez primera por Marvin Minsky en 1975 como estructuras hechas para representar conocimientos y expectativas estereotipo las cuales permitieran al sistema imponer coherencia y orden a la información de entrada. El término "frame" o cuadro, viene de la idea los cuadros fotográficos de las películas, pues Minsky concibe los frames como paquetes de conocimiento inmersos en una red interconectada y retroalimentada. Del mismo modo como los cuadros fotográficos de una película son paquetes de información específica que juntos forman una historia total, los frames de Minsky son paquetes de información sobre objeto particulares específicos que juntos conforman una concepción del mundo. Debido a su interconexión, cuando se accesa un frame determinado, se vuelven accesibles las conexiones con otros frames que resulten relevantes a la situación particular. Por ejemplo, si el frame de "casa" es accesado, pueden volverse también accesibles las conexiones con otros frames como "cocina", "recámaras", "sala", etc. De igual forma al acceder el frame "cocina", pueden volverse accesibles las conexiones con "cocinar", "lavar trastes", "refrigeradores", etc.

Los frames pretendían en un principio ser paquetes de conocimiento lo suficientemente grandes como para imponer coherencia a la información que entrara al sistema, pero lo suficientemente pequeños para ser una parte modular y flexible de bases de conocimiento grandes. Sin embargo, la concepción original de Minsky es más bien vaga e intuitiva, de modo que no es fácil saber si los desarrollos posteriores corresponden a su concepción original.

Por su parte los *scripts* fueron desarrollados en 1977 por Schank y Abelson como estructuras similares a los frames capaces de representar secuencias esperadas o típicas de eventos. Los *scripts* se basan en la idea de los *scripts* en las obras de teatro, donde los actores requieren seguir una secuencia ordenada de acciones. Un ejemplo ampliamente conocido de *script* es el *script* del restaurante, el cual detallaría la secuencia de eventos así como los comportamientos esperados cuando se va a un restaurant. Información acerca de entrar, ser sentado en una mesa, ver el menú, ordenar a la mesera o mesero, etc., formarían parte del *script*.

Tanto los *scripts* como los frames son particularmente importantes como medios para representar conocimiento, pues varios estudios psicológicos han mostrado que la gente tiende a utilizar sus conocimientos previos siempre que les sea posible, adaptándolos para contender con situaciones nuevas o ligeramente distintas. Así, en lugar de analizar y construir descripciones en cada nueva situación, la gente se sirve de una gran cantidad de estructuras que representan sus experiencias previas con distintos objetos, gentes y situaciones, utilizando estas experiencias previas para analizar y representar nuevas experiencias. Así los frames y los *scripts* proveen de una estructura o marco de referencia dentro de los cuales el conocimiento y expectativas sobre eventos y experiencias específicas pueden ser organizadas y aplicadas a nuevas situaciones.

Quizá la mejor manera de entender cómo organizan nuestro conocimiento los frames sea considerar un ejemplo propuesto por Minsky (citado en E. C. Way (1)). De acuerdo al ejemplo, debemos imaginar que abrimos la puerta de una recámara desconocida; sin embargo, antes de abrir la puerta ya tenemos expectativas acerca de lo que vamos encontrar del otro lado. Normalmente esperamos que el cuarto tenga cierta forma, cuatro paredes, techo, piso, muebles, ventanas y así sucesivamente. Si nuestras expectativas son violadas, por ejemplo, si encontramos una vaca o una playa dentro del cuarto, tendríamos, al principio, dificultad para reconocerlas, y una vez reconocidas estaríamos sorprendidos y confundidos. Este tipo de confusión, dice Minsky, se debe a que no sabemos realmente como interpretar la información que recibimos, ya al abrir la puerta se activa un frame de recámara y este frame que controla la interpretación de la información perceptual, no provee la existencia de vacas ni de playas dentro de las recámaras. Si en cambio, nuestras expectativas no son violadas, si la recámara realmente parece recámara y contiene una cama, entonces el frame de dormitorio sería activado y esperaríamos encontrar el tipo de cosas que contiene un dormitorio. Así, un frame, tal como fue propuesto originalmente por Minsky, es un paquete de conocimiento que es activado por un contexto apropiado, y que ayuda a organizar e interpretar las nuevas experiencias y a hacer predicciones sobre nuevas situaciones.

El mecanismo de representación que combina la nueva información con las viejas expectativas se llama *sfor*, ahí, el nuevo conocimiento encaja dentro del contexto más amplio creado por el frame. Así, el frame de una silla particular, heredaría un conjunto de slots del frame del concepto genérico de silla, pero los slots de la silla particular quedarían más ampliamente especificados. E. C. Way presenta un ejemplo de frame para el concepto genérico de silla:

frame SILLA

Especialización de: Mobiliario
 Número de patas: un número entero (DEFAULT = 4)
 Tipo de respaldo: recto, acojinado,
 Numero de brazos: 0, 1 o 2

Una instancia específica de silla heredaría los mismos slots, pero estos serían, llenados de manera más específica. Además la información que llena los slots puede ser en sí misma otros frames. En el ejemplo de la casa mencionado anteriormente, el frame casa puede tener slots representando cada cuarto, slots que serían a su vez frames de dormitorio, cocina, etc. Los frames pueden tener también procedimientos definidos en un slot, lo cual permite a éstos combinar conocimiento declarativo y de procedimientos en una misma representación. A continuación se presenta el frame de una silla específica, presentado por E.C. Way:

frame SILLA DE PEDRO

Especialización de: Silla
 Número de patas: 4
 Tipo de respaldo: acojinado
 Numero de brazos: 0

El problema con los scripts y los frames es su dificultad para manejar eventos inesperados, sobre todo en el caso de los scripts que son unidades largas, complejas e indivisibles. Cuando un evento inesperado ocurre a la mitad de un script (por ejemplo, que en el script del restaurante la mesera derramara un plato de sopa en la cabeza del cliente), el script no tendrá acciones estereotipadas definidas para manejar el evento. En casos como estos, el programa debe de algún modo ser capaz de abandonar el script y encontrar uno nuevo sin dejar de tener la información relevante acerca de los restaurantes. Los scripts y los frames son de gran utilidad para construir interpretaciones coherentes en situaciones típicas, pero se vuelven demasiado rígidos cuando enfrentan eventos inesperados o anormales. Además, el número de frames y scripts necesarios para poder enfrentar cualquier situación es tan grande que resulta imposible manejarlos eficientemente dentro de un sistema; se necesita un esquema capaz de generar representaciones adecuadas a las situaciones a medida que ésta ocurren.

Gráficas conceptuales.

La teoría de las gráficas conceptuales propuesta por Sowa (4) conjunta muchas de las ideas y técnicas actuales de la inteligencia artificial en un marco coherente. Las gráficas conceptuales, dice E.C. Way (1), incorporan la capacidad de inferencia con una sintaxis y una semántica precisas y claras; contienen el poder de los frames y los scripts sin su rigidez, utilizan el poder de las redes semánticas para estructurar conocimiento previo y unifican todas estas técnicas de forma consistente.

La teoría propuesta por Sowa surge a partir de un modelo completo de conocimiento basado a su vez en teorías de otros campos: la lingüística, la psicología y la filosofía. Según Sowa, la percepción es el proceso de construcción de un *modelo de trabajo* que representa e interpreta los datos sensoriales que recojen nuestros sentidos. Este modelo tiene para Sowa dos componentes: una parte sensorial formada por un mosaico de *preceptos*, donde cada uno de ellos encaja en alguna parte de la información de entrada, y una parte más abstracta llamada *gráfica conceptual*, que describe el modo como los preceptos encajan juntos para formar el mosaico. La percepción se basa, dice Sowa, en los siguientes mecanismos:

- El estímulo es guardado por una fracción de segundo en una forma llamada *ícono sensible*.
- Se inicia en la memoria de largo plazo una búsqueda de preceptos que encajen en parte o en la totalidad del ícono sensible, esta búsqueda se realiza a través de una *asociador comparativo*.
- Los preceptos son juntados en un modelo de trabajo por medio de un *ensamblador*, de modo que se forme una representación muy aproximada a la entrada. Un registro del "ensamble" es grabado como una gráfica conceptual.
- Mecanismos conceptuales procesan los conceptos concretos (conceptos con preceptos asociados a ellos) y conceptos abstractos (conceptos que no tienen preceptos asociados).

Así, cuando una persona ve un gato, las ondas de luz que refleja el gato son recibidas como un ícono sensible. El asociador comparativo encaja este ícono ya sea con un único precepto de gato o con un

conjunto de preceptos combinados por el ensamblador en una imagen completa del gato. Mientras el ensamblador combina los preceptos, éstos y sus interconexiones son registrados en una gráfica conceptual.

Las gráficas conceptuales se componen de nodos y arcos que los relacionan. Hay dos tipos de nodos: *nodos de conceptos*, dibujados como cajas, y *nodos de relaciones conceptuales*, dibujados como círculos. Los nodos de conceptos representan entidades, atributos, estados y eventos, mientras que los nodos de relaciones conceptuales representan el modo como los conceptos están conectados. Todas las relaciones conceptuales tienen uno o más arcos, cada uno de los cuales debe estar vinculado con algún concepto. A continuación se presenta una gráfica conceptual que aparece en Sowa (4) que representa la frase: "Un gato está sentado en el tapete":



"un gato esta sentado en el tapete"

(SENTADO se relaciona por medio de una relación de estado (STAT) con GATO, y TAPETE se relaciona con con ese "estar sentado" por medio de una relación de localización (LOC))

Todos los conceptos concretos adquieren significado concreto en el mundo pues se relacionan directamente con perceptos específicos. Los conceptos abstractos sin embargo, no tienen asociaciones directas con perceptos, estos conceptos adquieren su significado a través de una vasta red de relaciones que a fin de cuentas los vincula con conceptos concretos. Las relaciones entre los conceptos son de varios tipos, algunas de las más comunes, son las *relaciones de caso*, *relaciones espaciales* y *atributos*. Algunas de las relaciones de caso más comunes definidas por Sowa son: la relación de estado (STAT), la relación de agente (AGNT), paciente (PTNT), experimentador (EXPR), recipiente (RCPT), instrumento (INST) y destinatario (DEST). Entre las relaciones espaciales se encuentran: localización (LOC), adentro (IN), sobre (ON) y arriba (ABOV). Finalmente, algunos de las relaciones de atributo más comunes son: atributo general (ATTR), característica (CHRC), color (COLR) y ser parte (PART).

Las gráficas conceptuales adquieren significado de acuerdo a la relación de sus conceptos con otros conceptos y gráficas conceptuales. Los conceptos en general se encuentran agrupados en tipos y organizados dentro de una jerarquía de generalidad similar a la *jerarquía por tipos* mencionada en las redes semánticas. Dentro de las gráficas conceptuales, los tipos corresponden a categorías de pensamiento más que a conjuntos de cosas. La jerarquía por tipos también permite la herencia de atributos de un tipo general a todos sus subtipos. En general existen dos clases de tipos: el *tipo natural* de la entidad y el *tipo rol* que desempeña dicha entidad. Los tipos naturales pueden ser determinados a través de las características observables o esenciales de una entidad. Ejemplos de tipos naturales son: HOMBRE, MUJER, PERRO, ORO, NUMERO, ANIMAL, etc. Si bien el tipo natural se relaciona con la estructura o la esencia real de la entidad, los tipos de rol dependen de relaciones accidentales de dicha entidad con alguna otra. Ejemplos de tipos de rol son: DOCTOR, CLIENTE, MAESTRO, MASCOTA, SIMBOLO, CONDUCTOR DE ELECTRICIDAD, etc. Los tipos de rol no pueden ser determinados por medio de la observación de atributos, ya que dependen de relaciones externas no siempre observables. Ambas clases de tipos están contenidos en la jerarquía.

Por medio de la percepción continua del mundo, creamos gráficas más estables que plasman las relaciones comunes entre distintos conceptos que vamos aprehendiendo a través de nuestra experiencia. De este modo las gráficas conceptuales representan patrones de experiencias pasadas y expectativas sobre la nueva información por medio de lo que Sowa llama *Schemata*. Estos Schemata incorporan conocimientos sobre dominios específicos del mundo de manera similar a los frames de Minsky. Sin embargo, Sowa hace una distinción llamando *gráficas canónicas* a las representaciones de todo lo que sea

conjunto de preceptos combinados por el ensamblador en una imagen completa del gato. Mientras el ensamblador combina los preceptos, éstos y sus interconexiones son registrados en una gráfica conceptual.

Las gráficas conceptuales se componen de nodos y arcos que los relacionan. Hay dos tipos de nodos: *nodos de conceptos*, dibujados como cajas, y *nodos de relaciones conceptuales*, dibujados como círculos. Los nodos de conceptos representan entidades, atributos, estados y eventos, mientras que los nodos de relaciones conceptuales representan el modo como los conceptos están conectados. Todas las relaciones conceptuales tienen uno o más arcos, cada uno de los cuales debe estar vinculado con algún concepto. A continuación se presenta una gráfica conceptual que aparece en Sowa (4) que representa la frase: "Un gato está sentado en el tapete":



"un gato esta sentado en el tapete"

(SENTADO se relaciona por medio de una relación de estado (STAT) con GATO, y TAPETE se relaciona con con ese "estar sentado" por medio de una relación de localización (LOC))

Todos los conceptos concretos adquieren significado concreto en el mundo pues se relacionan directamente con perceptos específicos. Los conceptos abstractos sin embargo, no tienen asociaciones directas con perceptos, estos conceptos adquieren su significado a través de una vasta red de relaciones que a fin de cuentas los vincula con conceptos concretos. Las relaciones entre los conceptos son de varios tipos, algunas de las más comunes, son las *relaciones de caso*, *relaciones espaciales* y *atributos*. Algunas de las relaciones de caso más comunes definidas por Sowa son: la relación de estado (STAT), la relación de agente (AGNT), paciente (PTNT), experimentador (EXPR), recipiente (RCPT), instrumento (INST) y destinatario (DEST). Entre las relaciones espaciales se encuentran: localización (LOC), adentro (IN), sobre (ON) y arriba (ABOV). Finalmente, algunos de las relaciones de atributo más comunes son: atributo general (ATTR), característica (CHRC), color (COLR) y ser parte (PART).

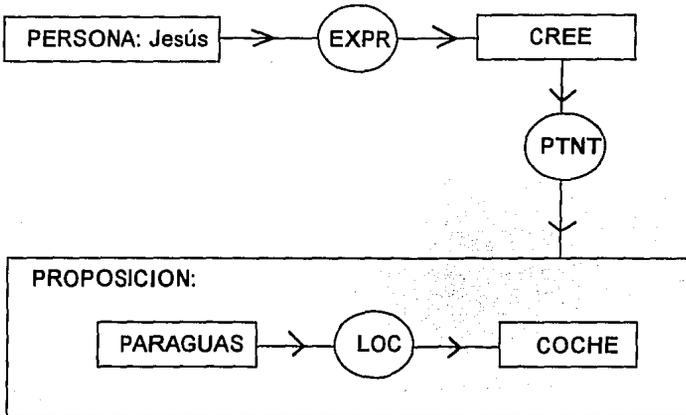
Las gráficas conceptuales adquieren significado de acuerdo a la relación de sus conceptos con otros conceptos y gráficas conceptuales. Los conceptos en general se encuentran agrupados en tipos y organizados dentro de una jerarquía de generalidad similar a la *jerarquía por tipos* mencionada en las redes semánticas. Dentro de las gráficas conceptuales, los tipos corresponden a categorías de pensamiento más que a conjuntos de cosas. La jerarquía por tipos también permite la herencia de atributos de un tipo general a todos sus subtipos. En general existen dos clases de tipos: el *tipo natural* de la entidad y el *tipo rol* que desempeña dicha entidad. Los tipos naturales pueden ser determinados a través de las características observables o esenciales de una entidad. Ejemplos de tipos naturales son: HOMBRE, MUJER, PERRO, ORO, NUMERO, ANIMAL, etc. Si bien el tipo natural se relaciona con la estructura o la esencia real de la entidad, los tipos de rol dependen de relaciones accidentales de dicha entidad con alguna otra. Ejemplos de tipos de rol son: DOCTOR, CLIENTE, MAESTRO, MASCOTA, SIMBOLO, CONDUCTOR DE ELECTRICIDAD, etc. Los tipos de rol no pueden ser determinados por medio de la observación de atributos, ya que dependen de relaciones externas no siempre observables. Ambas clases de tipos están contenidos en la jerarquía.

Por medio de la percepción continua del mundo, creamos gráficas más estables que plasman las relaciones comunes entre distintos conceptos que vamos aprehendiendo a través de nuestra experiencia. De este modo las gráficas conceptuales representan patrones de experiencias pasadas y expectativas sobre la nueva información por medio de lo que Sowa llama *Schemata*. Estos Schemata incorporan conocimientos sobre dominios específicos del mundo de manera similar a los frames de Minsky. Sin embargo, Sowa hace una distinción llamando *gráficas canónicas* a las representaciones de todo lo que sea

concebible sobre un concepto y schemata a las representaciones de todo lo que sea factible. Un concepto tipo puede tener cualquier número de schemata, pues cada schemata presenta una perspectiva sobre el modo en que el concepto tipo puede ser usado. Los schemata funcionan como defaults opcionales que establecen las propiedades accidentales normalmente asociadas a un concepto, pero no son necesariamente verdaderas. Pueden haber también jerarquías de conceptos tipo que agrupan schemata asociados a cada nodo, a este tipo de jerarquías se les llaman redes semánticas.

Del mismo modo, pueden haber *prototipos* asociados a los conceptos tipo. Un prototipo es, para Sowa, la instancia típica o promedio de un concepto y se deriva de la unión de uno o más schemata asociados al concepto. Por ejemplo, el prototipo de un elefante incluiría el peso, tamaño y color típicos así como el comportamiento típico y las características sobresalientes.

Otra estructura introducida por Sowa son las cajas de contexto. Estas cajas sirven para representar negaciones, modalidades y actitudes proposicionales tales como saber o creer. El contexto dibuja una línea alrededor del grupo de proposiciones contenidas en la modalidad o en la actitud. Por ejemplo, en la frase "Jesús cree que el paraguas está en el carro", la proposición que Jesús cree: "el paraguas está en el carro", estará contenida dentro de una caja de contexto del tipo proposición:



Finalmente, Sowa define una teoría completa acerca del razonamiento y el cálculo proposicional. En opinión de Sowa, en el proceso normal de razonamiento la gente construye modelos mentales más que pruebas formales lógicas; se comienza con un conjunto de hechos dados y se unen prototipos y schemata para construir modelos factibles. El modelo, sin embargo, puede no ser cierto, para verificar su exactitud debe ser comprobado en busca de contradicciones con el mundo exterior. Para manejar la agrupación de schemata y prototipos da un conjunto de reglas precisas que permiten asociar, simplificar o ampliar gráficas, además establece procedimientos precisos para el manejo de la deducción lógica, el manejo de modalidades, tiempos verbales, etc.

De este modo, las gráficas conceptuales constituyen un modelo bastante completo y flexible para representar conocimiento, visualizando el mundo como compuesto de distintos tipos de conceptos y relaciones conceptuales entre ellos, relaciones que pueden ser modificados de acuerdo a reglas precisas. Este modelo es además capaz de manejar lógica formal y otros tipos de razonamiento no apegados al cálculo formal.

Un esquema de representación basado en las gráficas conceptuales y en la metáfora.

Gracias a la flexibilidad de la teoría de las gráficas conceptuales propuesta por Sowa, su discípula, Eileen C. Way, propone un modelo de representación de conocimiento basado en las gráficas conceptuales y en la teoría de la interacción de la metáfora de Black (E.C. Way (1), pp. 122-149).

Primero establece que las jerarquías semánticas por tipos y las gráficas conceptuales realmente intentan representar el modo en que, el hablante o el oyente dentro de un proceso de comunicación lingüística, ven el mundo, es decir, los modelos metafísicos del oyente (o hablante). De este modo, la naturaleza y estructura de la jerarquía semántica por tipos y la composición de las gráficas conceptuales relacionadas a ella, lo que hacen es modelar la ontología del mundo del oyente. Diferentes creencias y conocimientos sobre el mundo generarían una jerarquía diferente y un conjunto de gráficas distinto.

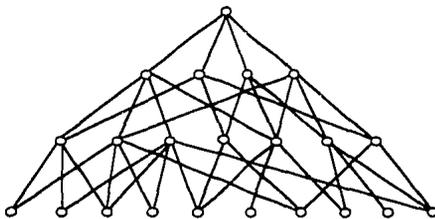
Sin embargo, dice Way, el hecho es que la gente cambia y actualiza constantemente su visión del mundo de acuerdo a nuevas creencias o nueva información adquirida. Por ello, si se pretenden representar los modelos metafísicos del oyente, las jerarquías semánticas deben tener una naturaleza esencialmente dinámica; las jerarquías por tipos y las gráficas conceptuales deben estar conectadas de tal manera que un cambio cualquiera en alguna de ellas modifique también a las otras.

La jerarquía por tipos es, según Way, en sí misma neutral de el contexto; la jerarquía es un simple ordenamiento de tipos y supertipos que refleja cierto tipo de orden ontológico, independientemente de que creamos que ese orden sea verdadero, interesante o bonito. Sin embargo, continúa Way, el contexto es vital para la interpretación, literal o metafórica, del lenguaje. Una expresión dada puede leerse a menudo de manera literal o figurada, dependiendo del contexto y las motivaciones del oyente. Por esta razón, Way considera necesaria la definición de una estructura nueva llamada *máscara contextual* que represente el papel que juega el contexto en la lectura del lenguaje. Así, el que una determinada proposición sea tomada como literal, metafórica o figurativa dependerá de qué máscara contextual entra en juego y de qué conexiones de la jerarquía son ocultadas o resaltadas por ella.

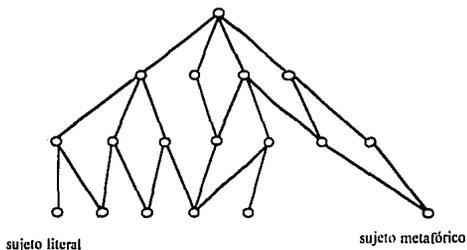
La metáfora aparece al establecer nuevas conexiones que se hacen factibles como resultado del enmascaramiento. El sujeto literal primario, es entonces redescrito en términos de una nueva jerarquía, la jerarquía que describe la ontología del sujeto metafórico secundario. La metáfora es entonces, dice Way, la redescritión de un dominio en términos de una jerarquía generada (y las gráficas conceptuales asociadas a ella) por otro dominio, y como estas jerarquías reflejan nuestra visión del mundo, lo que hacemos es realmente redescibir el sujeto literal en términos de una visión del mundo nueva y diferente. Pero lo mismo ocurre con el lenguaje literal, solo que en este caso la máscara no pretende solo presentar un modo de ver al sujeto primario, sino comunicar que el mundo o el estado de cosas realmente corresponden a la descripción resultante.

En la siguiente figura, presentada por Eileen C. Way (1), puede verse ilustrada la acción de las máscaras contextuales sobre la jerarquía semántica, tanto en el caso del significado literal, como en el caso de la metáfora.

Como puede verse, en el caso de la máscara literal los dos nodos etiquetados, sujeto literal y sujeto metafórico, tienen únicamente el nodo de hasta arriba como nodo común, en cambio bajo la máscara metafórica aparece un nuevo nodo (pintado de negro) común a ambos sujetos. Además podemos ver por qué, con esta teoría, la metáfora no puede verse, tal como habíamos mencionado en el capítulo anterior, como un proceso de dos fases en el que existe una desviación del uso del lenguaje. Desde este punto de vista la metáfora tiene un papel igual de importante que el lenguaje literal: ambos no son más que aspectos diferentes de la jerarquía que resaltan a través de distintas máscaras.



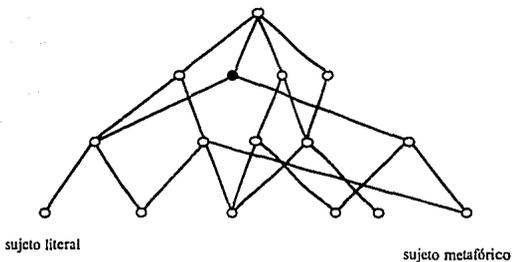
Jerarquía original



sujeto literal

sujeto metafórico

Máscara literal



sujeto literal

sujeto metafórico

Máscara metafórica

En general, la metáfora tiende a agregar nuevas conexiones a la jerarquía, lo que provoca que se borren las distinciones entre categorías. El propósito de la metáfora no es la precisión, sino crear conexiones más abstractas entre conceptos, conexiones que no son apreciables normalmente. Los contextos literales, en cambio, tienden a tener menos conexiones en sus máscaras; debido a que el lenguaje literal se

preocupa más por la precisión, los detalles y distinciones entre diferentes conceptos se hacen más evidentes.

En la metáfora, dice Way, lo común entre el sujeto literal y el sujeto metafórico no es la intersección de una lista de características al nivel de ambos sujetos, sino un supertipo de más alto nivel dentro de la jerarquía semántica y bajo el cual caen aspectos tanto del sujeto literal como del sujeto metafórico. Incluso la determinación de qué supertipos son elegidos, asumiendo que hay muchos en común, es una función del contexto y de la dirección en que se atribuya la metáfora.

2.3. Algunas limitaciones de los modelos actuales de representación del conocimiento.

Analizando los esquemas no-lógicos desarrollados en las dos últimas décadas podríamos decir que han resuelto muchas de las limitantes de la lógica formal. Los esquemas de representación no-lógica han puesto énfasis principalmente en el hecho de que los seres humanos nos guiamos más por reglas derivadas de ciertos modelos mentales que nos hemos formado acerca del mundo, que de las reglas derivadas de la lógica de primer orden, y se han avocado a proponer esquemas que permitan manejar adecuadamente estos modelos.

Tomando en cuenta las implicaciones de representar el conocimiento discutidas al principio de este capítulo, podríamos decir que los principales esquemas de representación utilizados en la actualidad, se enfocan fundamentalmente a resaltar nuestros modelos del mundo claramente estructurados en términos de propiedades de objetos y conceptos, jerarquías, relaciones conceptuales, etc; dejando de lado todas las intuiciones, conocimientos, modos de comportamiento, etc. cuya estructura es mucho más compleja y que incluye muchas veces contradicciones, ambigüedades, polivalencias, difíciles de manejar por medio de jerarquías coherentes o de estructuras simples y estables.

Los esquemas actuales nos brindan en general herramientas que facilitan la definición clara de todas las partes que un modelo jerárquico bien estructurado requiere: a) definición de conceptos y objetos por medio de propiedades estables; b) organización jerárquica de conceptos; c) herencia de propiedades a través de jerarquías; d) codificación de objetos y situaciones prototípicos; etc. Pero dificultan el manejo de modelos que no se atengan a estos puntos, como pudieran ser modelos en formación en los que no existan aún jerarquías claramente definidas, o modelos de gran complejidad que involucren tantas relaciones, jerarquías distintas, etc. que resulte prácticamente imposible definir una estructura general. Sobre todo en los problemas que requieren encontrar soluciones nuevas y originales es difícil el cumplimiento de los incisos anteriores, normalmente los conceptos no se encuentran todavía claramente ordenados, no existen situaciones ni objetos prototípicos codificados, etc. Por ejemplo, en los problemas de diseño, el objeto a diseñar se compondrá de elementos que tendrán distintas relaciones entre sí y serán en gran medida estas relaciones las que determinen las jerarquías, las propiedades específicas de los elementos, etc. Pero las relaciones dependerán a su vez de las posiciones relativas que tengan los componentes entre sí y los componentes con respecto al todo, posiciones que no están definidas aún.

Supongamos el diseño arquitectónico de una casa; en este caso no existe una estructura definida, los elementos que conformarán la casa no pertenecen a una sola jerarquía sino a muchas: de acuerdo a su resistencia estructural, de acuerdo a su acabado, de acuerdo a su función, etc. Las distintas jerarquías se sobrepondrán unas a otras de acuerdo a la posición de los elementos dentro de la casa. Por ejemplo, la función de una ventana dependerá de su posición dentro del esqueleto estructural de la casa, de la orientación de la casa, de la forma de la casa, de las propiedades del material de que está hecha con respecto a los demás materiales que conforman la fachada (p. ej. el material puede hacer que la ventana resalte mucho del resto de la fachada o que sea más discreta), de su tamaño con respecto a los demás elementos (puertas, bardas, etc.), etc., etc. Las variantes en juego son tantas y tan distintas que los arquitectos tienen que realizar bocetos a distintos niveles para ir integrando los distintos factores en un

todo coherente, siendo en el bosquejo donde es posible establecer algunas relaciones y jerarquías concretas, no de antemano. Podría decirse que las relaciones y jerarquías se van definiendo a medida que el problema se va solucionando, antes de la solución no existe ningún modelo claramente estructurado, solo un modelo más general y hasta cierto punto vago.

Lo mismo sucede en el caso de los sistemas sociales. En estos sistemas las relaciones y funciones son tan complejas y cambiantes, que muchas veces solo es posible definir estructuras jerárquicas claras para problemas muy concretos en un tiempo específico, lo que las hace inservibles para otras situaciones.

Razonamiento a través de representaciones diagramáticas.

En los últimos años, numerosos investigadores han empezado a analizar herramientas para el manejo del conocimiento muy distintas a las tradicionales, los estudios sobre la relación entre metáfora y conocimiento mencionados anteriormente son un ejemplo de esta nueva perspectiva. Pero muchos de estos estudios se han encaminado al análisis de las estructuras no verbales, y de manera más específica al análisis del papel de distintos medios visuales como los dibujos o los diagramas en los procesos de razonamiento y de representación de conocimiento, tratando de integrar los componentes preceptuales y motores de la inteligencia con los componentes perceptuales. De igual manera ha surgido interés por analizar el mundo externo como si fuera en sí mismo una representación, estudiando los distintos tipos de representaciones a que podemos acceder en nuestra interacción diaria con el mundo.

De estos estudios han surgido definiciones claras y precisas de la manera en que serán entendidos, dentro del campo de la inteligencia artificial, algunos conceptos importantes como es el término información visual. La información visual es definida como la información que los seres humanos pueden extraer a través de la inspección visual de una imagen o del mundo externo. Aunque no puede darse una lista exhaustiva de lo que consiste esta información debido a las diferencias entre lo que puede extraer visualmente una persona y lo que puede extraer otra, procesos en los que influye el entrenamiento, sensibilidad y otras características personales, puede decirse que dicha información consiste en formas, ciertas relaciones espaciales simples, colores, texturas, etc.

El uso de dibujos en la solución de problemas, por ejemplo, involucra muchos de los procesos utilizados por la percepción mencionados en el capítulo 2, pero los dibujos poseen casi siempre una mayor simplificación, preservando solo la información del mundo pertinente para la resolución de los problemas. Muchos dibujos, más abstractos, no son utilizados como representaciones visuales verdíacas del mundo real, sino como formas de representar la información de determinado problema de modo que ésta pueda ser extraída fácilmente por medio de la inspección visual. La arquitectura visual de la información preservada en diagramas y dibujos, permite hacer ciertos cálculos sobre varios predicados visuales de manera muy eficiente, por ejemplo, apreciaciones que se refieren relaciones vecinales, tamaños relativos e intersecciones. Esto permite realizar ciertos tipos de inferencias de manera muy fácil o casi directa. Sin embargo, hay que enfatizar que solo ciertos predicados visuales permiten realizar este tipo de cálculos a partir de la arquitectura visual. A través del sistema visual es difícil realizar muchas inferencias aunque la información requerida se pueda acceder directamente del diagrama. Por ejemplo, dado un círculo grande y uno pequeño, el sistema visual puede decir directamente que un círculo es más pequeño que el otro, pero dadas dos formas complejas, donde una tiene menor área que la otra, la arquitectura visual no puede comparar su área directamente sin ayuda de mediciones y cálculos extras.

En general, mapear o transformar a representaciones visuales problemas no-visuales, es una opción posible para problemas cuyas propiedades puedan mapearse como propiedades espaciales fáciles de reconocer visualmente. Es importante tomar en cuenta que muchas propiedades espaciales no son fáciles de reconocer visualmente. Algunas de las propiedades que son fácilmente reconocibles por inspección visual son cosas como grande y pequeño, largo y corto, mas a la derecha (izquierda, arriba, abajo), grueso y delgado, y claro y oscuro.

Los diagramas contienen además construcciones adicionales que permiten la detección de nueva información visual. Gabriela Goldschmidt del Israel Institute of Technology (8), menciona los problemas del diseño como ejemplos en los que la realización de bocetos y diagramas permite detectar información difícil de apreciar de otra manera. La capacidad de la mente para realizar transformaciones sobre imágenes es limitada, por lo que en la resolución de problemas complejos de diseño, que requieren procesar una gran cantidad de información visual, requerimos el uso de bocetos y diagramas. Una de las propiedades más útiles que Gabriela Goldschmidt ve en la realización de bocetos es que permiten "leer" de ellos más de lo que fue "escrito" en ellos. Nuevas e inesperadas relaciones aparecen entre las formas puestas en el papel que a su vez actúan como rastros hacia nueva información potencialmente útil. Un diseñador que además de actuar conforme a un objetivo definido esté abierto a las sorpresas y quiera hacer nuevos descubrimientos, podrá identificar y explotar estos rastros realizando lo que muchas veces es llamado "un diálogo con el material". La realización de bocetos incluye normalmente representaciones tanto de lo que tiene ya una forma coherente en la mente como de lo que apenas puede ser referido de manera fragmentada o vaga. De el boceto creado, el diseñador puede inferir y evaluar información explícita, pero también información tácita: relaciones y cualidades que no habían sido notadas o previstas, pero que aparecen como útiles en el contexto dado.

Otra ventaja de los diagramas es la posibilidad de contener anotaciones simbólicas, lo cual permite realizar un nuevo conjunto de inferencias no visuales sino conceptuales. Los resultados de estas inferencias, pueden ser representadas en el diagrama lo que permite la extracción de información visual adicional. Esta secuencia interrelacionada de extracción de información visual e inferencia simbólica se plantea como una herramienta altamente poderosa en el proceso de razonamiento.

Otro de los puntos importantes que se han estudiado, es la cuestión de en qué grado las imágenes mentales son generadas en el momento en que las requerimos por medio de operaciones de construcción y composición o si existe más bien un proceso de extracción de imágenes completas guardadas en la memoria. Investigaciones realizadas por Tversky en la Universidad de Stanford parecen confirmar más bien la segunda hipótesis (citado en Chandrasekaran (7)). Sin embargo queda abierta la pregunta de cómo se representan las partes elementales, es decir, si existe una serie limitada de conceptos visuales primitivos o básicos a partir de los cuales se forman las representaciones.

Se han incluso hecho algunas propuestas de representaciones que puedan manejar el tipo de comportamiento asociado al uso de imágenes y diagramas. Estas representaciones pueden agruparse en dos áreas; representaciones basadas en un conjunto de conceptos perceptuales básicos y representaciones bidimensionales basadas en patrones de pixels (los pixels son los puntos que conforman las imágenes dentro de una computadora) que incluyen sistemas de razonamiento deductivo basados en reglas de inferencia que utilizan en lugar de proposiciones verbales patrones de pixels. De manera general podría decirse que estas primeras propuestas, más que basarse en una comprensión más profunda del lenguaje visual han propuesto distintos mecanismos de verbalización de las imágenes, lo que en mi opinión no hace más que llevar al lenguaje visual a tener las mismas limitaciones de los lenguajes naturales pero sin su sofisticación y capacidad de categorización. La búsqueda de conceptos perceptuales básicos (o primitivos visuales) parece una especie de mezcla entre el establecimiento de morfemas visuales, es decir, configuraciones visuales con significados bien definidos, y la búsqueda de los famosos primitivos de Leibniz, intento cuyos numerosos fracasos al tratar de explicar el funcionamiento del lenguaje natural lo hacen parecer todavía menos apto para entender los lenguajes visuales mucho más ambiguos. Igual podría decirse del uso de patrones a nivel de pixels, que parece un intento por definir una especie de fonemas visuales, es decir de partículas básicas sin ningún significado propio, a partir de las cuales se forman configuraciones de mayor complejidad y de significados definidos.

Las conclusiones que pueden sacarse hasta ahora de estas investigaciones, aún en pañales, hacen ver la imposibilidad de seguir ignorando el papel de algunos medios visuales dentro del razonamiento.

Aunque algunas de las investigaciones pioneras sobre el papel de las imágenes en la representación cerebral del conocimiento se planteaban la cuestión de si el medio del pensamiento eran las imágenes o

las proposiciones verbales, lo cual originó algunas pugnas, en la actualidad se tiende más bien a aceptar la existencia de distintas modalidades de representación dentro de la mente humana. Al analizar las modalidades explicativas en pugna dentro de las ciencias cognitivas, Johnson-Laird (citado en Gardner (3)) dice algo significativo. Considera harto simplista sostener que las imágenes son (o no son) modalidades de representación. Por ello, Johnson-Laird prefiere postular como mínimo tres tipos de representación mental: 1) representaciones proposicionales, que se asemejan a las lenguas naturales; 2) modelos mentales, que son analogías estructurales del mundo, y 3) imágenes que son correlatos perceptuales de los modelos desde un punto de vista particular. Debe entenderse, dice este investigador, que los individuos se representan información en distintos planos de abstracción; además, la forma de representación correspondiente a uno de estos planos no tiene por qué ser la misma que la de otro plano. Así como una computadora puede tener diferentes lenguajes, desde un código mecánico hasta un lenguaje de alto nivel, así también un proceso psicológico puede aplicar únicamente cadenas de símbolos en un nivel, pero en un nivel superior de representación puede comprender imágenes o modelos mentales. Para la amplia gama de procesos psíquicos que intervienen en problemas como la comprensión de un texto o la inferencia, este abordaje ecuménico parece hacerles más justicia que la adhesión pertinaz a una única modalidad de representación mental.

3. Síntesis y conclusiones.

La representación del conocimiento se interesa en el cómo definir nuestro vasto cúmulo de conocimientos y experiencias de manera tal que puedan ser formalizadas, codificadas y manejadas dentro de una máquina. Sin embargo las representaciones por su naturaleza misma, siempre son imperfectas; para mantenerse dentro de los límites de lo manejable siempre deben omitir detalles del mundo real y esto las conduce inevitablemente a errores. Al seleccionar cualquier representación, inevitablemente tomamos una serie de decisiones acerca de qué y cómo ver en el mundo, es decir, tomamos también un conjunto de supuestos ontológicos implícitos en la representación. Este conjunto de supuestos son, en su efecto, como un par de anteojos que determinan lo que vemos, enfocando ciertas partes y dejando borrosas otras. Pero este efecto de enfoque-horrorado más que impedimento constituye en cierto sentido una ventaja, pues nos permite enfocar la atención sobre las aspectos del mundo que creemos relevantes y no perdernos en la abrumadora complejidad del mundo natural. Lo importante en un esquema de representación determinado no es tratar de evitar al máximo los supuestos, sino que los supuestos queden en cierto sentido manifiestos para ayudarnos a elegir de manera conciente el esquema más útil para nuestro propósito particular.

Aunque en los comienzos de la inteligencia artificial se creyó que la lógica formal constituía un esquema idóneo para representar los conocimientos y experiencias, pronto quedaron manifiestas sus limitaciones y sus diferencias con los procedimientos utilizados realmente por los humanos en la solución de problemas cotidianos. Numerosos estudios demostraron que los seres humanos, más que guiarnos por reglas lógicas, nos guiamos en base a reglas derivadas de modelos del mundo que vamos configurando a través de nuestra vida. Surgieron entonces varios esquemas alternativos de representación que facilitaron la estructuración, formalización y codificación de éstos modelos del mundo dentro de la computadora. Sin embargo, todos estos esquemas requieren para su utilización de la existencia de modelos claramente estructurados, modelos cuyos componentes se encuentren ordenados conforme a una jerarquía única y bien definida; siendo que en muchos de los problemas que enfrentamos en nuestra vida cotidiana contamos únicamente con modelos vagos que van definiéndose de manera más clara solo a lo largo de su utilización concreta, modelos que pueden de algún modo tomar diferentes formas, aceptar distintas interpretaciones dependiendo de el contexto en que sean aplicados y la manera en que sean aplicados.

El esquema de representación propuesto por Eileen C. Way basado en la metáfora, aporta de algún modo una solución a la rigidez jerárquica al establecer el uso de máscaras contextuales que permiten hacer diferentes lecturas de la jerarquía única dependiendo del contexto. Sin embargo, la solución es limitada pues aunque las máscaras contextuales permiten cubrir distintas ramas de la jerarquía y así tener distintas

apreciaciones de la misma, en el fondo debe haber siempre una jerarquía claramente definida y hasta cierto punto rígida, inmutable. ¿No podrían haber representaciones más complejas en las que pudieran leerse distintas jerarquías e incluso distintas relaciones entre los elementos del sistema dependiendo del uso particular? ¿Sería posible concebir modelos de representación que pudieran manejar ambigüedad y hasta polivalencia? ¿Podría haber modelos que sin perder toda estructura y sin hablar de imprecisión pudieran soportar las distintas concretizaciones de que estamos hablando (es decir, adquirir jerarquías y relaciones entre elementos totalmente distintas según el caso concreto)?

De cualquier forma, las limitaciones de los modelos existentes hasta ahora, han impulsado la búsqueda de mecanismos distintos para la relación de conceptos, como la metáfora, y de formas distintas de representación y razonamiento, como es la utilización de imágenes visuales en los procesos cognitivos. En la actualidad, gracias a las investigaciones realizadas, ha quedado consolidada la importancia del papel, de las imágenes por un lado, y de la metáfora por otro, dentro del desarrollo de la inteligencia artificial. Sin embargo, sobre todo en el caso de las imágenes visuales, las investigaciones apenas van empezando y las soluciones propuestas para integrar las imágenes dentro de esquemas de representación, se han basado en la búsqueda de primitivos visuales, a veces equivalentes a los fonemas (como en las representaciones basadas en patrones de pixels) y a veces equivalentes a los morfemas (como en las representaciones basadas en conceptos perceptuales básicos), lo cual, más que aprovechar las características propias de las imágenes, parece querer adaptarlas a los mismos patrones de comportamiento de los lenguajes naturales. Estas alternativas, más que abrir nuevos caminos, parecen hacer del lenguaje visual una imitación artificial e incompleta del lenguaje verbal. Creo que ha faltado, por parte de los teóricos de la inteligencia artificial, un estudio más profundo de los problemas del lenguaje visual y del arte ya estudiados por largo tiempo por distintos filósofos, críticos y teóricos del arte.

Cabría preguntarse si es posible servirse de los mecanismos del arte, conjuntando la metáfora y los lenguajes visuales, para tener las representaciones más complejas de las que hablamos arriba: representaciones que aunque de todas formas resalten algunos aspectos y oculten otros, sean más completas, capaces de soportar distintas lecturas. El arte puede ser también una interpretación de la realidad, pero una interpretación que sigue siendo lo suficientemente compleja para a su vez soportar distintas interpretaciones y lecturas. ¿Podrían utilizarse ciertos elementos del arte para crear esquemas de representación de conocimiento más complejos como los ya mencionados arriba? Para contestar a esta pregunta debemos analizar los distintos estudios hechos por la crítica y teoría del arte, por la filosofía y por la semiótica acerca del lenguaje del arte, y esto es lo que haremos en el siguiente capítulo.

4. Bibliografía

1. Way, E. C. (1991) *Knowledge representation and metaphor*. Holanda: Kluwer Academic Publishers
2. Davis, R.; Shrobe, H. & Szolovits P. (1993) "What Is a Knowledge Representation?". AI Magazine. (Spring). pp. 17-33
3. Gardner, H. (1988) *La nueva ciencia de la mente. Historia de la revolución cognitiva*. España: Editorial Paidós
4. Sowa, J. F. (1984) *Conceptual Structures, information processing in mind and machine*. EUA: Addison-Wesley Publishing Company Inc.
5. Rich, E. & Knight (1991) *Artificial Intelligence*. EUA: International Edition
6. Glinert, E. P. Blattner, M. M. & Frerking, C. J. (1991) "Visual Tools and Languages: Directions for the 90's". IEEE (August) pp. 89-95

7. Chandrasekaran, B.; Harayanan, N. H. & Iwasaki, Y. (1993) "Reasoning with Diagrammatic Representations, A Report on the Spring Symposium". AI Magazine. (Summer), pp. 49-56.
8. Goldschmidt, G. (?) "Visual clues: tacit information processing via sketching". pp. 203-207

CAPITULO 4

IV. EL LENGUAJE DEL ARTE VISUAL.

En este capítulo se analizarán dos cuestiones fundamentales para la utilización del arte visual en la representación del conocimiento: primero, si el arte visual puede ser realmente considerado como un lenguaje, y segundo, si es posible hacer una codificación del arte visual. Al hablar de codificación se analizará el arte visual en dos sentidos: a) como lenguaje visual capaz de comunicar a través de ciertas configuraciones visuales y b) como producto estético capaz de transformar ciertas visiones del mundo.

1. El lenguaje en el arte visual.

Al hablar del arte como lenguaje, entramos directamente a la relación entre el arte y la comunicación, a la capacidad del arte para transmitir un mensaje a un destinatario humano. Umberto Eco en el "Tratado de semiótica general" (2) define al proceso comunicativo "como el paso de una Señal (lo que no necesariamente es un signo) desde una Fuente, a través de un Transmisor, a lo largo de un Canal, hasta un Destinatario (o punto de destino). Pero esta definición tan amplia puede aplicarse tanto a una plática de café como a los aparatos del sistema telefónico; por ello Eco diferencia entre este proceso comunicativo y el proceso de comunicación, en el cual el destinatario debe ser humano (no es necesario que la fuente sea también un ser humano, con tal que emita una señal de acuerdo con reglas conocidas por el destinatario humano). Estamos ante un proceso de comunicación, dice Eco, siempre que la señal no se limite a funcionar como simple estímulo, sino que solicite una respuesta interpretativa del destinatario. Pero para que este proceso de comunicación se verifique, continúa Eco, es necesaria la existencia de un código o sistema de significación, es decir, un conjunto de reglas a partir de las cuales una cosa (o conjunto de cosas) materialmente presente a la percepción, represente a otra. A continuación, examinaremos si las artes visuales realmente constituyen un proceso de comunicación para posteriormente, en caso de que la respuesta sea positiva, analizar la naturaleza de los códigos de las artes visuales.

1.1. Posturas presemióticas.

Si quisiéramos buscar un origen histórico al requerimiento de analizar los fenómenos artísticos desde el punto de vista de su organización comunicativa, podríamos remontarnos, quizás, a los comienzos de los tratados del arte. En realidad no hay duda de que las teorías artísticas siempre tuvieron que ver con aspectos de la comunicación. Sin embargo, como nos debemos limitar a los momentos de interés metodológico explícito por los aspectos comunicativos de los objetos estéticos, debemos limitar la búsqueda sólo al siglo XX, que, no por casualidad, coincide con el nacimiento de las teorías modernas del lenguaje.

Los principios: Warburg y Cassirer.

En el primer cuarto de este siglo se desarrollaron algunos de los conceptos fundamentales de la estética y de la historia del arte de matriz lingüístico-simbólica. La cuna de las nuevas tradiciones de las ciencias humanas es Alemania, y en particular son dos los estudiosos que por aspectos diferentes resultarán decisivos en el moderno desarrollo de los estudios sobre el tema: Aby Warburg y Ernst Cassirer.

Warburg, hoy considerado uno de los padres de la historia del arte como disciplina autónoma, plantea la necesidad del desarrollo de una "historia de las imágenes", pero entendida como una historia de las ideas. Warburg centra su atención en el "significado" de las imágenes, a partir de cuyo análisis se debiera llegar a una interpretación cultural de la forma artística: los fenómenos expresivos son estudiados como representaciones de un significado, similares a las lenguas naturales. Es con los estudios de Warburg que las formas expresivas comienzan a ser consideradas "formas simbólicas" capaces de manifestar contenidos que no están motivados directamente por el aspecto natural de las formas mismas. Varios son los pensadores que coinciden en tomar la historia del arte como una historia de hechos estilísticos que a su vez son concebidos como símbolos a través de los cuales se expresan procesos generales de abstracción de la mente humana o como organización de las ideas de una cultura en un momento dado, desde la iconología de Panofsky hasta Gombrich, Arnheim o posturas de la sociología del arte como la de Antal o Francastel, han considerado las artes como procesos simbólicos fundamentales dentro de la abstracción humana.

Por su parte, es Cassirer, el inventor del término "formas simbólicas", con su obra *Philosophie der Symbolischen Formen* (1923-1929), considerado el punto de referencia tanto para los estudios de lingüística como para los de otras ciencias humanísticas. Para Cassirer los medios expresivos son los que aportan las categorías sobre las que descansa el pensamiento. A través del simbolismo, expresado en los mitos y en las primeras obras artísticas, el hombre es capaz de reaccionar frente a los estímulos externos y, sobre todo, de crear los elementos intermedios sobre los cuales basar la actividad del pensamiento. A partir de los elementos expresivos se desarrollan categorías como la del espacio, el tiempo, el número, el "yo", que a su vez constituyen la base de desarrollos posteriores del pensamiento lógico. Los medios expresivos son entonces mediaciones entre la visión teórica y la visión estética del mundo. Podemos hablar de las formas artísticas como elementos objetivantes que imponen, ya, un conjunto de categorías a la realidad.

New Criticism norteamericano: Susanne Langer.

Entre los años 30 y los años 50, surge en Estados Unidos un movimiento orientado a la crítica del arte que busca definir la forma en la cual la obra de arte comunica algo, ya sea en forma activa (la obra como centro de un evento comunicativo), o en forma pasiva (la obra tiene un potencial comunicativo que, en general, es aprovechable por cualquier observador). El común denominador de todas las corrientes norteamericanas de este período es el considerar la "acción simbólica" la característica esencial de la obra de arte, siendo Susanne Langer la principal representante de esta postura. Langer retoma el concepto de símbolo de Cassirer, pero lo hace con una sutil variación. Plantea el arte como "creación de formas

simbólicas del sentimiento humano", que consiste en una comunicación por símbolos no discursivos y por lo tanto indivisibles, que sólo harían referencia a sí mismos y no a la realidad exterior, que es lo contrario del lenguaje hablado, que funciona con símbolos discursivos convencionales referidos al mundo. Las obras de arte figurativas, dice Langer, contienen un simbolismo presentativo, pues se "presentan" a sí mismas simultáneamente y no sucesivamente, permitiendo ser conceptualizadas pero sin la intervención de instrumentos como las palabras y su sintaxis, y sin posibilidad de ser traducidas. Por lo tanto, la comunicación artística figurativa no es análoga a la de la palabra, está más bien relacionada con el sentimiento, hay que distinguir entre los valores emocionales del arte y los cognoscitivo-informativos de la ciencia o del lenguaje cotidiano. En el lenguaje del arte figurativo tiene un papel fundamental la ambigüedad, es decir la portación de significados acumulados y polivalentes.

La polivalencia de las obras de arte ha sido señalada también por varios autores. Francastel en su libro *Sociología del arte* (1970) sostiene que el arte es un lenguaje con analogías y diferencias con las lenguas naturales. Por ejemplo, "la lectura, el descifrar un cuadro o un monumento, no se produce de golpe, por una especie de aprendizaje espontáneo. Cuando nos ponemos delante de un cuadro necesitamos horas, o días, para tomar realmente el significado. Desde este punto de vista, no hay ningún elemento común entre el lenguaje hablado y el arte (...). La mayor dificultad, que por otra parte hace tan apasionante la lectura de estas obras, consiste en el hecho de que nunca son representativas en un sentido unívoco. Cada objeto artístico es un lugar de convergencia donde se encuentran los testimonios de un número más o menos grande, pero casi siempre considerable, de puntos de vista sobre el hombre y el mundo". Pero por otra parte, la representación artística al igual que la lengua "permite determinar elementos de significado ordenados según determinadas reglas en el interior de determinados órdenes de lo imaginario". Para Francastel, las artes en general no son "sistemas". Pero cada obra sí se constituye como sistema, siendo sólo en ella donde cada signo asume un valor, que muy bien puede caer si es referido a otra obra, es decir, a otro sistema. Eso no impide, dice Francastel, que puedan existir sistemas locales más amplios que representen grupos de obras.

Herbert Read.

Aunque posterior a Morris y por tanto al nacimiento de la semiótica, Herbert Read adopta una postura más libre con respecto al arte, aunque considera también fundamental su acción simbólica, trata también de resaltar el papel de la imaginación, del sentimiento y del juego en el arte, quedándose en una postura más cercana a la de los considerados presemióticos como Susanne Langer que a la de los semióticos. Para Read el arte comienza con la abstracción y con el reconocimiento de la forma como esencia de algo que adquirido un ser permanente, como portadora de un valor superior. En las formas, el hombre fue encontrando distintas formas de ser, por lo que puede decirse, que el origen de la forma en el arte es también el origen del logos, del conocimiento del ser y de la realidad. De hecho, dice Read, el organismo humano va alcanzando dominio sobre su medio ambiente gracias a una creciente aptitud para discernir entre formas diferentes.

Aunque Read afirma que las formas del arte transmiten valores, ésta no son de ningún modo expresiones lógicas de esos valores; es evidente, dice Read, que las expresiones del arte son a menudo ilógicas y su descubrimiento es accidental. El arte no es, como la razón, una facultad que pueda ejercerse por determinación de la voluntad y de ahí el papel milenario de la musa: el artista es solo un instrumento a través del cual hablan los dioses, las partes concientes de nuestra naturaleza no pueden profetizar su advenimiento ni su partida; no hay una corriente de sentimiento que acarree palabras en una dirección predeterminada, antes bien, hay una actividad verbal autónoma que intenta establecer una forma concreta, una existencia distinta.

Igual que los demás críticos y teóricos norteamericanos, Read cree que el arte no transmite nada en términos conceptuales sino por el impacto directo del material en los sentidos: una obra es más una organización de la sensación que un modo de representación. Los significados transmitidos por el arte no aceptan definiciones exactas ni admiten articulación.

1.2. Semiótica de las artes.

La semiótica de las artes toma impulso de la idea de que una obra tiene sentido a partir de una estructura comunicativa interna y que la tarea es detectarla. Para la semiótica una obra tiene un universo de significados que pueden provenir de la codificación del gusto, de la estratificación de la lectura, de la intencionalidad del artista, en una palabra de su inserción en un circuito del conocimiento. O también lo contrario: una obra está hecha como está hecha porque figurativiza un conjunto más abstracto de gusto y conocimiento, porque lo transforma en un objeto perceptible, porque lo reduce a ser un artefacto comunicativo.

El inicio de la estética semiótica: Charles Morris.

Charles Morris es considerado el padre de la estética semiótica, ya que fue él quien propuso tener un acercamiento al arte global y sistemáticamente semiótico, caracterizando además al objeto artístico como consistente en "signos icónicos". Morris dice que las obras artísticas se refieren fundamentalmente a valores, pero no son producto de una mezcla de signos o suma de referencias a objetos, sino que son más bien signos globales que transmiten valores. Además, el signo estético transmite valores en forma directa, sin ninguna mediación, y sin que el espectador tenga necesidad de referirse a otros objetos que el signo podría indicar. El signo estético incorpora valores a través de sus propiedades materiales pero no dice nada sobre ellos, es decir, presenta valores pero no puede discutirlos. De este modo Morris se mantiene en la línea de otros pensadores americanos definiendo al arte, igual que el filósofo pragmatista John Dewey, como una forma de conocimiento no conceptual.

Esta postura ha sido compartida por otros teóricos como Jan Mukarovsky. En opinión de Mukarovsky, el arte figurativo no comunica cosas sino expresa una actitud hacia ellas. Pero no comunica esta actitud, la hace nacer directamente sobre el fuidor, influyendo incluso en la manera como se ve el mundo, sin poder ser traducida en palabras.

Finalmente, dice Morris, el modo de comunicar de la obra coincide sustancialmente con la sintaxis: tiene poco que ver con los objetos eventualmente designados por los eventuales signos icónicos, y tiene en cuenta estrechamente su organización particular (posicional) en la obra de arte. Este punto de vista ha dado también pie a posturas como la del estructuralista Roman Jakobson. Para Jakobson el arte en general, como fenómeno semiótico, es analizable en términos de lenguaje y operaciones sobre el lenguaje. Hablar de la gramática de un arte, dice Jakobson, no es hacer uso de una metáfora ociosa: el hecho es que todas las artes implican una organización de ideas polares y significantes en base a una oposición de términos marcados y no marcados.

El caso italiano.

Dentro de la semiótica de las artes, se puede ya hablar de toda una escuela italiana. Dentro de los primeros estudios semióticos pueden mencionarse los realizados por *Galvano Della Volpe* expuestos en su libro *Critica del gusto* (1960). Siguiendo el camino del éxito de las aplicaciones literarias de la lingüística general, Della Volpe intenta transferir los conceptos fundamentales al estudio del lenguaje de las otras artes: pintura, escultura, arquitectura, música, cine. En resumen, intenta la creación de lo que él mismo llama una semiótica estética general. En la línea de un concepto de Lessing, ya mencionado en el capítulo 2, Della Volpe intenta distinguir el lenguaje verbal del lenguaje no verbal sobre la base de su diferencia de "representatividad", es decir, de aparición: el primero es lineal, el segundo es no lineal. A partir de esta diferencia inicial, Della Volpe hace aparecer otras "tipicidades", esta vez relativas a cada arte, en forma tal de poder descubrir un "específico" lingüístico para cada una de ellas. Este parece haber sido un error

que ha tenido consecuencias negativas en el desarrollo de la semiótica en Italia y en todo el mundo, dedicada por años a la búsqueda imposible de los "específicos" de los lenguajes de las artes.

Otro caso importante es el de *Emilio Garroni*, quien no obstante haberse dedicado bastante tiempo a la búsqueda de un modelo teórico de interpretación semiótica de lenguajes no verbales, acaba adoptando una posición bastante crítica hacia las pretensiones sistematizadoras de la semiótica de las artes. Garroni ha puesto en duda el valor de las grandes sistematizaciones teóricas que han intentado formalizar el saber estético por vía lógica y matemática, y, más en general, a través de la comunicación visual: Aunque una semiótica como ciencia metaoperativa garantiza la coherencia y salva los elementos contradictorios, deteriora el valor de la interpretación. Los modelos de la lingüística general de ningún modo, dice Garroni, pueden explicar el arte, porque éste mantiene siempre alguna parte resistente al análisis. Además es imposible construir un sistema de categorías riguroso como es el de la lingüística, ya que los sistemas artísticos se presentan como irreductibles a la pertinenciatización total de sus partes. Garroni entiende la investigación semiótica como cerrada, totalizadora e "imperialista" respecto a las ciencias humanas, en virtud de su pretensión de clasificar cada fenómeno como fenómeno comunicativo, y plantea sustituirla por una nueva semiótica a construir que estudie las operaciones necesarias para producir conocimiento y nos de cuenta de ellas en su riguroso lenguaje. Una semiótica metaoperativa que recurra al lenguaje sistemático para hablar de las operaciones cognoscitivas entre las que están las estéticas.

Una posición similar frente a las pretensiones sistematizadoras tiene *Cesare Brandi*, quien en su obra *Teoría generale della critica* (1974), opina que más que las descripciones totalizantes, la mejor forma de hacer un balance de una obra es observar su coherencia interna, su propia estructura. No solo Brandi no cree en una teoría unificada de las artes, sino, de alguna manera, ni siquiera cree en una gruesa división general.

Sin duda, de los investigadores italianos es *Umberto Eco* el más importante, sus aportaciones han sido muy amplias, y es de hecho en su teoría de códigos y de producción de signos en la que nos apoyaremos en la siguiente sección. A continuación mencionaremos sólo algunas de sus principales ideas con respecto a la obra de arte. Para Eco la obra de arte se constituye como un mensaje fundamentalmente ambiguo y autorreflexivo. Sin embargo, dice Eco, es necesario definir la relación entre forma y apertura, los límites dentro de los cuales la obra puede producir la ambigüedad máxima dentro de un panorama de reglas que consiguen caracterizarla como obra. Eco sostiene que la característica del mensaje estético es la de llamar la atención sobre su propia originalidad y diversidad, y para hacer esto el mensaje estético tiene a su disposición sólo el material concreto con el cual está realizado, o sea, el lenguaje. El arte se sale de las reglas comunes de la comunicación, es decir, implica un descarte de la norma lingüística que puede darse tanto sobre el plano de la expresión (elaboración de un código formalmente nuevo), como sobre el plano del contenido (introducir nuevos significados en el ámbito del universo semántico consolidado). Esto se hace necesario en los casos en los cuales la forma no está suficientemente estructurada para expresar lo que se quiere expresar, en este caso, dice Eco, interviene una nueva pertinencia en materia de expresión o de contenido, renovando los códigos.

Modelos lingüísticos.

Dentro de la semiótica ha habido también críticas en sentido muy distinto de las hechas por Garroni. Entre estas posiciones destaca la de *Emile Benveniste*, que parte del análisis de la aplicabilidad y de la pertinencia del modelo lingüístico (entendido como un modelo "feliz") a otros campos comunicativos, pero llegando a la conclusión (precisamente por la eficiencia del modelo lingüístico) de que sólo lo que sea coherente con él puede tener la definición de "sistema" semiótico. Para Benveniste: si un "lenguaje" no verbal no tiene las características esenciales del lenguaje verbal, no puede ser llamado "lenguaje". Esas características están constituidas por una parte, por la existencia de un repertorio finito de símbolos convencionales; y por la otra, por un cuerpo de reglas combinatorias de esos símbolos. Cualquier sector comunicativo que no tenga esas características no es un sistema. No son sistemas, entonces, algunos de los sectores comunicativos que Benveniste analiza: la pintura, la fotografía. Si bien, con alguna concesión,

cada obra de arte todavía puede mostrarse como "sistema" en movimiento: sistema porque en su interior establece unidades discretas estructuradas como repertorio, y muestra las reglas de su combinación para la producción de sentido.

Muy similar es la posición del lingüista *André Martinet*, que establece que nada puede ser lenguaje si no posee lo que llama la doble articulación: la propiedad específica del lenguaje verbal, respecto a otros sistemas de comunicación, de articular en un primer nivel los "signos-morfemas" provistos de significado, y en un segundo nivel los "fonemas", desprovistos de significado pero formadores de los "signos-morfemas". Sin embargo, ya a fines de los sesenta esta postura, convertida casi en un mito, recibía sus primeros golpes por parte de Luis Prieto e incluso Umberto Eco quienes catalogaban distintos sistemas de códigos con distinto número de articulaciones, e incluso, sin articulación alguna.

Por su parte *Hubert Damisch* inicia sus estudios desde una interrogante central ¿existe una verdad en la pintura? ¿es deber del semiólogo explicitar esa verdad? La premisa necesaria para hacerlo es la de delinear una distinción entre acto pictórico representado por la obra y la posibilidad de descifrarlo. En el proyecto de estudiar la obra como sistema de signos también es necesario precisar los dos términos "sistema" y "signo", ya que si la pintura puede ser analizada como sistema, no por ello es necesario que lo deba ser también como sistema de signos. En lo que se refiere a la problemática del signo, Damisch afirma que en una obra pictórica siempre tendremos elementos discretos organizados como unidades perceptivas, algunas de las cuales serán características de una escuela, de un período, de una organización cultural. Pero la condición de sistema significante se lo da a la pintura la coexistencia de elementos discretos de naturaleza icónica e indexal con elementos simbólicos, lo que para el autor equivale a subrayar que siempre es el lenguaje verbal el que hace que la pintura sea un sistema significante. Proponiendo así a la lengua natural como definitoria del lenguaje visual bajo la consigna de que sólo la lengua natural está en condiciones de categorizar todo, incluyéndose a sí misma.

Pero Damisch no cae en el clásico error de intentar aplicar las categorías lingüísticas al sistema "pintura": el sistema de la pintura, dice Damisch, no puede ser reducido a unidades: aunque puedan ser identificadas unidades, éstas no son interpretables como signos. El sistema de la pintura no se deja estructurar como código digital, es decir, que prevee que sus elementos se opongan recíprocamente de dos en dos.

1.3. Tendencias actuales.

En la actualidad ha habido un cambio en los enfoques semióticos, caracterizados por una cautela mucho mayor en el plano de la fundamentación de teorías generales y, al mismo tiempo, de la verificación de nuevos instrumentos de investigación. Se ha introducido por ejemplo la noción de *texto* como una entidad comunicativa autosuficiente que puede contener distintas interpretaciones. En general se parte del examen de estructuras complejas y sistémicas en lugar de hacerlo de la búsqueda de elementos mínimos que se combinen en niveles de complejidad creciente. No se buscan ya teorías generales, sino se acepta más bien el hecho de que las obras pictóricas puedan contener teorías relativas.

Otro de los cambios importantes, es la propuesta de Eco (que expondremos en forma más detallada en la siguiente sección) de abandonar la idea de una tipología de los signos y sustituirla por una tipología de la producción de signos. Para Eco, el carácter de los signos no está dado por su estatuto existencial sino por la forma en que es producida la función semiótica (el signo), que es la correlación entre un plano de la expresión y el plano de contenido.

Tipología de la cultura.

Esta tendencia generada en la Unión Soviética y representada principalmente por *Lotman* y *Uspensky*, pretende interpretar al arte como un fenómeno participante de ese sistema más amplio que es la cultura. La cultura, como depósito de la información socializada, es una organización tipológica, es un depósito plurilingüe, que precisamente gracias al plurilingüismo es comparable con otras culturas. La cultura es un haz de sistemas semióticos formados históricamente, que puede asumir la forma de una jerarquía única o de simbiosis de sistemas autónomos. La cultura, finalmente, también comprende el conjunto de los textos (mensajes) que han sido históricamente realizados en cada sistema semiótico. De manera sintética podría definirse la posición de la semiótica soviética hacia la cultura: *la cultura humana como jerarquía compleja de lenguajes en los cuales encuentran su unidad las experiencias concretas.*

Es fundamental el carácter de intersistematicidad de la cultura, carácter que permite superar la vieja concepción de los "específicos" de las artes, para orientarse más bien hacia una tipología de las porciones macroestructurales que componen una cultura, y que son hechas homogéneas por el hecho de que un solo "sistema modelador primario", el lenguaje, funciona como mediador de todos los otros, denominados, por ese motivo, "sistemas modelizadores secundarios". En un estudio hecho en 1979 por Lotman y Gasparov, se sostiene que entre elementos de diferente magnitud como la cultura, el arte en general, las artes particulares y el texto artístico, hay una relación de isomorfismo (una analogía a nivel de forma profunda) pues estos elementos se asemejan no sólo en la función sino también en la estructura. Si esto es cierto, así como se da una retórica de lo verbal se podrá tener una retórica isomorfa de lo no verbal. Pero no porque exista una "traducibilidad" directa y unívoca entre los dos sistemas, sino porque existen transformaciones intersistémicas.

La obra de arte, es según Uspensky, un texto compuesto de símbolos a los que cada fruidor atribuye un contenido. Sólo que el condicionamiento social en la adjudicación de un contenido es mucho menos rígido y determinado que en el caso del lenguaje. La obra de arte es más polivalente (y por lo tanto también es más variadamente interpretable) que un mensaje lingüístico. Además el arte se caracteriza por el hecho de ser producido, y, por eso mismo, de ser provisto intencionalmente de un contenido. Esto ya legitima la existencia de una semiótica del arte.

Uspensky considera cuatro distinciones fundamentales de nivel en el sistema de transmisión usado en la obra pictórica: el analítico general (transmisión de las relaciones espaciales y temporales del cuadro según procedimientos independientes de la especificidad de los objetos representados); el específico (el sistema figurativo en el cual la semántica de lo representado influye sobre los procedimientos de la representación, y por el cual el sistema figurativo varía según lo que se representa); el ideográfico (los diferentes signos ideográficos del lenguaje de la representación pictórica, que permiten, por ejemplo, determinar el grado jerárquico de una figura por su vestimenta y por los caracteres anatómicos del rostro); el simbólico (los diferentes símbolos internos en la obra que con frecuencia caracterizan el material usado por el pintor de iconos).

Lo visible y lo legible

Las distintas corrientes que examinaremos en esta sección pueden ser agrupadas bajo una idea general: el sentido de un mensaje no verbal sólo podrá ser reconstruido después de su verbalización, después de su "traducción" al sistema lingüístico.

Roland Barthes en varias de su obras (*Elementos de semiología* (1964), *Sistema de la moda* (1967) y *Le message photographique* (1961)) desarrolla un original tipo de análisis de la obra de arte, que postula su verbalización previa al análisis mismo y casi metalingüística. La idea es que la obra se entiende no tanto como un sistema en sí, sino como un momento constitutivo de un sistema, que está dado por la relación entre la obra, la lectura (en un sentido lingüístico) que se efectúa y el texto (verbal) que enuncia la misma obra. El cuadro o cualquier texto visual es entendido como un espacio significante que es examinado por

un discurso analítico. Ese discurso analítico segmenta la obra (el espacio figurativo multidimensional) en secuencias con el fin de determinar sus niveles de referencia. En este punto, interviene la identificación de significados exteriores al sistema "pictórico" (en el caso de un cuadro), pero que son interiores al "sistema-del-cuadro".

Para *Jean-Louis Schefer*, lo que el cuadro representa no es lo que "muestra", y por lo tanto no es posible tomar su nivel simbólico a partir de lo que muestra explícitamente. La reflexión semiótica, dice Schefer, debe más bien bajar precisamente al campo simbólico (verbal) y desmembrar la imagen, no para aislar sus constituyentes, sino para descubrir los textos simultáneos implicados. Al final de su libro *Escenografía de un cuadro* (1969), hay un pequeño ensayo que resume en forma general el método de lectura desarrollado por Schefer. Su método, parte siempre de una lectura de las figuras en una relación explicativa con el conjunto del texto que las enuncia. El cuadro se convierte, en síntesis, en un espacio significante que puede ser descrito según las figuras que lo representan. El código dado en la lectura del cuadro, que está definido por una retórica del objeto, constituye el objeto: el cuadro está tomado solamente como sistema sustituido. Al código se opone la "lexia", es decir, una unidad de lectura macroscópica que tiene como fin informar de todos los niveles contenidos en el texto. Mientras el código impone ciertos significados sólo a título de restricción formal, la lexia tiene la tarea de componer esos significados en el cuadro. El conjunto del cuadro y de la lectura constituye finalmente el sistema, cuya característica es la de tener una matriz que está explicitada por la lexia.

Por su parte *Louis Marin*, en sus *Estudios semiológicos* (1971), al parecer también asociado a la idea de que sólo se hace semiótica de la obra de arte cuando ésta es "semiologizada" a través del lenguaje verbal, plantea que la semiologización no se encuentra tanto en el procedimiento de segmentación del cuadro en "lexias" contemporáneas a su análisis semiótico, sino más bien en las descripciones verbales del cuadro mismo, que no son necesariamente (o no aún) un metalenguaje semiótico. Las descripciones del cuadro son más simplemente un material que lo verbaliza, mostrando, además, la multiplicidad de lecturas posibles, y sobre todo dejando entrever que el cuadro es probablemente la matriz de verbalizaciones que pueden llegar a ser infinitas o, de algún modo, extremadamente abiertas.

Finalmente, en su libro *Semiótica filológica* (1979), *Segre*, bajo la misma posición que los autores anteriores en lo que respecta al papel del lenguaje verbal como intermediario en la semioticidad de los textos no verbales, agrega que es necesario distinguir entre las diferentes verbalizaciones de la obra en forma más histórica y filológica. Por ejemplo, más allá y más acá de la realización de la obra se pueden apreciar dos tipos generales de verbalización: la descripción al pasado (sucesiva a la realización) y la descripción del futuro (anterior a la realización, y de alguna manera proyecto verbal de la realización misma: un contrato, una idea escrita por el artista, un motivo literario preexistente. Si se considera, entonces, que la realización nunca es única, pero puede tener diferentes fases (diseño, copias, variantes del mismo autor o de otros autores), se ve como la semiologización de la obra es interpretable como un proceso, en el cual las verbalizaciones median el sentido.

2. Códigos y arte visual.

De acuerdo a lo que se ha visto en la sección anterior, podríamos asumir que las artes visuales sí pueden constituir de algún modo un lenguaje, pero muy distinto a las lenguas naturales. Aunque pueden integrar sistemas completos de signos, reglas, etc., dichos sistemas se concretizan, por lo general, únicamente en obras individuales. Siendo de algún modo, el lenguaje verbal, el mediador entre los distintos sistemas visuales. No creo correcta la afirmación de que las obras visuales puedan significar sólo a través de la verbalización, ni que la verbalización de un cuadro pueda traducir todo el contenido del mismo, pero sí me parece asertado decir que a través de las verbalizaciones pueden realizarse distintas interpretaciones parciales, más específicas y más claramente estructuradas, que permitan traducir a códigos más generales (como los del lenguaje verbal común y de ahí a otros códigos como los de los esquemas de representación visual), parte de los contenidos de las obras del arte visual.

En esta sección examinaremos algunos de los principios de la teoría de los códigos y de la teoría de producción de signos desarrolladas por Umberto Eco, para en base a ellos, analizar de qué manera podría plantearse una codificación de algunas partes de las artes visuales para ser utilizadas dentro de un esquema de representación de conocimiento en inteligencia artificial.

2.1. Códigos y producción de signos.

Teoría de códigos.

Humberto Eco llama *s-código* a un conjunto finito de elementos regidos por reglas combinatorias, por las que pueden generar cadenas tanto finitas como infinitas. En la misma forma un *código* propiamente dicho es una regla que asocia los elementos de un s-código a los elementos de otro o más s-códigos. (Eco (2), pp. 65)

Cuando un código asocia elementos de un sistema transmisor con los elementos de un sistema transmitido, el primero se convierte en la *expresión* del segundo, el cual, a su vez, se convierte en el *contenido* del primero, produciendo una función semiótica. Existe una *función semiótica*, cuando una expresión y un contenido están en correlación.

De acuerdo a esto puede distinguirse entre señal y signo. Una *señal* es la unidad pertinente de un sistema que puede convertirse en un sistema de expresión correlativa a un contenido, pero que podría también seguir siendo un sistema de elementos físicos carentes de significado. Un *signo* es una señal reconocida como antecedente de un consecuente previsto, el signo siempre está en lugar de su consecuente. Un signo está constituido siempre por uno (o más) elementos de un plano de expresión colocados convencionalmente en correlación con uno (o más) elementos de un plano de contenido. Siempre que exista correlación de este tipo, reconocida por una sociedad humana, existe signo. (Eco (2), pp. 83)

Entonces, lo que hace un código es proporcionar las reglas para generar signos como ocurrencias concretas en el transcurso de la interacción comunicativa. (Eco (2), pp. 85)

Es importante resaltar que las expresiones no designan objetos sino contenidos culturales, contenidos que no necesitan existir ni ser posibles. Por el hecho de estar aceptados por una sociedad, los códigos constituyen un mundo cuya existencia es de orden cultural y constituye el modo como piensa y habla una sociedad y, mientras habla, determina el sentido de sus pensamientos a través de otros pensamientos y éstos a través de otras palabras. El significado de un término o expresión es una *unidad cultural*, algo que una cultura ha definido como una entidad distinta a otras. (Eco (2), pp. 102-112)

Para establecer el significado de una expresión es necesario nombrar dicha expresión e interpretarla por medio de otra expresión y así sucesivamente en un proceso de semiosis ilimitada. A fin de cuentas, el significado de una representación no es más que otra representación, concebida como despojada de sus vestiduras menos relevantes. Pero dichas vestiduras no pueden eliminarse del todo, simplemente se les sustituye por algo más diáfano, dándose una regresión infinita. Estas otras representaciones referidas al mismo objeto, son lo que se conoce como *interpretante*.

La categoría de interpretante nos muestra que la significación (y la comunicación), mediante desplazamientos continuos que refieren un signo a otros signos o a otras cadenas de signos, circunscriben las unidades culturales de modo asintótico, sin llegar a tocarlas directamente pero volviéndolas accesibles a través de otras unidades culturales. Esa continua circularidad es la condición normal para la significación y es lo que permite el uso comunicativo de los signos para referirse a cosas. Las unidades

culturales son abstracciones, pero son abstracciones 'materializadas' por el hecho de que la cultura continuamente traduce unos signos en otros, unas definiciones en otras, palabras en iconos, iconos en signos ostensivos, signos ostensivos en nuevas definiciones, funciones proposicionales en enunciados ejemplificativos y así sucesivamente. (Eco (2), pp. 115-118)

Sin embargo, una unidad cultural no puede identificarse únicamente gracias a la serie de sus interpretantes. Hay que definirla como colocada en un sistema semántico de otras unidades culturales que se oponen a ella o la circunscriben. Una unidad cultural existe sólo en la medida en que se define otra por oposición a ella. (Eco (2), pp. 121)

El establecimiento del significado tiene además otras complicaciones; una expresión puede denotar y connotar varias unidades semánticas simultáneamente y algunas de éstas se excluyen mutuamente. Esto significa que hay diferentes recorridos que se excluyen y producen incompatibilidades semánticas. Por ejemplo "rata" puede denotar "ser vivo" con respecto al eje 'animado vs inanimado', "roedor" con respecto a un sistema de ejes zoológicos o "peligroso" con respecto al eje que establece la compatibilidad de algo con las condiciones de vida humanas. Además, las unidades semánticas pueden ser también artificios no verbales que sean intraducibles verbalmente, existen muchos contenidos expresados por unidades complejas no verbales que no pueden ser traducidos por una o más unidades verbales. Las connotaciones dependen de los contextos. Por ejemplo, un león que vive en estado libre en la jungla connota convencionalmente "libertad", "arrogancia", "nobleza" o "ferocidad"; un león que vive en el zoológico connota entre otras cosas, "cautividad"; un león de circo connota "amaestramiento", "habilidad". (Eco (2), pp. 153)

Este conjunto de denotaciones y connotaciones de la expresión, constituyen lo que se conoce como marcas semánticas. Además de las marcas semánticas, los códigos tienen marcas sintácticas; los códigos son entidades dobles que establecen, por un lado, correlaciones semánticas y, por otro, reglas para las combinaciones sintácticas: el código asocia un conjunto de marcas semánticas con un conjunto de marcas sintácticas en un todo indivisible. El hecho de que una expresión como "Juan ha triste" resulte inaceptable debe depender del código. Sería reducción exagerada decir que el código fija sólo el contenido de expresiones como "haber" y "triste" sin proporcionar indicaciones sobre sus posibilidades de combinación.

Los sistemas semánticos dan forma a las unidades de una cultura determinada y constituyen una organización (o visión) del mundo determinada, esto es, el modo como una cultura vuelve pertinentes sus unidades semánticas y el sistema de los significados que las nombran y las 'interpretar'. Por lo mismo, los sistemas semánticos están sometidos a revisiones críticas, crisis de valores, etc. (Eco (2), pp. 16) Cuando la interacción antes mencionada deja de aceptarse como natural y es sometida a una revisión crítica, se producen cambios de códigos.

Podríamos decir, en resumen, que la teoría de códigos explica que poseemos reglas que permiten formar e interpretar mensajes y textos, y conferirles ambigüedad o eliminarla. Pero existen otros casos que el código no prevé en que, además de contextos imprevisibles, actúan circunstancias inéditas o tan complejas, que condensan en torno al signo una especie de factores extrasemióticos. En estos casos se puede hablar de *determinantes no codificados de la interpretación*. Entendiendo 'interpretación' en un sentido diferente del de decodificación. Se trata de hablar de una interpretación que confiere sentido a vastas porciones de discurso a partir de decodificaciones parciales. Entonces, el término 'interpretación' adquiere el sentido que tiene en las discusiones hermenéuticas o en la crítica artística.

Así se da el primer paso de una operación metalingüística destinada a enriquecer el código: un contexto ambiguo y no codificado, una vez interpretado coherentemente, da origen, en caso de que la sociedad lo acepte, a una convención, y por tanto, a una correlación codificante (tal es el caso de la metáfora). Una teoría semiótica, dice Eco, no puede negar que existen actos concretos de interpretación que producen

sentido -y un sentido que el código no preveía-; de lo contrario, la evidencia de la flexibilidad y de la creatividad de los lenguajes no encontraría fundamento teórico: son esas interpretaciones las que producen a veces nuevas porciones de código constituyendo procesos embrionarios de hipercodificación o de hipocodificación. (Eco (2), pp. 204-209)

Puede decirse que hay *hipercodificación* cuando a partir de una regla anterior, se propone una regla adicional para una complicación muy particular de la regla general. Ejemplos claros de hipercodificación son todas las reglas retóricas y estilísticas de cualquier lengua: un código establece que determinada combinación gramatical es comprensible y aceptable, y una regla retórica posterior (que no niega lo anterior, sino que la admite como punto de partida) establece que esa combinación sintáctica debe usarse en circunstancias específicas con determinada connotación estilística. Todas las fórmulas de cortesía y las expresiones fácticas son también lenguaje cotidiano hipercodificado: una expresión como 'por favor' se comprende en su sentido cortés en virtud de una hipercodificación. (Eco (2), pp. 210)

Por otro lado puede decirse que hay *hipocodificación*, cuando hay una operación, por la que, a falta de reglas más precisas, se admiten provisionalmente porciones macroscópicas de ciertos textos como unidades pertinentes de un código en formación, capaces de transmitir porciones vagas, pero efectivas, de contenido aunque las reglas combinatorias que permiten la articulación analítica de dichas porciones expresivas sigan siendo desconocidas. (Eco (2), pp. 213)

Hay muchos casos en los que llega a resultar difícil determinar si nos encontramos ante fenómenos de hiper- o de hipo-codificación; en estos casos ambiguos puede hablarse más genéricamente de extracodificación. Esta extracodificación se da continuamente en nuestras actividades personales diarias. Existen frases o discursos enteros que ya no tenemos que interpretar porque ya los hemos experimentado en contextos o circunstancias análogas. La interacción diaria se basa de reglas de redundancia de ese tipo; si tuviéramos que leer cada expresión que se nos comunica analizándola elemento por elemento, la comunicación sería muy fatigosa. (Eco (2), pp. 213-214)

En la vida diaria, la multiplicidad de los códigos y la indefinida variedad de los contextos y de las circunstancias hace que un mismo mensaje pueda codificarse desde puntos de vista diferentes y por referencia a sistemas convencionales distintos. Esto provoca una concepción de los mensajes más como formas abiertas a diferentes interpretaciones.

Añadase además que, lo que comúnmente se llama 'mensaje' suele ser un 'texto': un retículo de mensajes diferentes dependientes de códigos y subcódigos distintos, que a veces pone en correlación diferentes unidades expresivas con el mismo contenido (un mensaje verbal, va por ejemplo, acompañado siempre de mensajes paralingüísticos, cinésicos, proxiémicos, que transmiten el mismo contenido, al tiempo que lo fuerzan) y a veces pone en correlación diferentes contenidos con la misma substancia expresiva.

La reducción de esta información del mensaje es realizada exclusivamente por el destinatario que escoge la interpretación definitiva (En el caso de mensajes estéticos que requieren expresamente la coexistencia de sentidos múltiples, la información sigue siendo irreductible). Por ello, tanto la información de la fuente como la información del mensaje se pueden definir como un estado de desorden en relación con un orden posterior; como una situación de ambigüedad en relación con una posterior eliminación de la ambigüedad; como una posibilidad de elección alternativa por referencia a un sistema de elecciones realizadas definitivamente. (Eco (2), pp. 219-224)

Teoría de producción de signos.

En su teoría de producción de signos, Umberto Eco hace una crítica fuerte al intento de clasificar los signos por medio de características distintivas y propone como alternativa una nueva tipología basada más bien en los modos en que se producen los signos. Una vez hecha la propuesta, Eco analiza algunos casos especiales como son los textos estéticos y la retórica.

La clasificación de signos más popular es la propuesta por Peirce: donde se distinguen *símbolos* (relacionados arbitrariamente con su objeto), *íconos* (semejantes a su objeto o motivados por el objeto) e *índices* (relacionados físicamente con su objeto). Sin embargo, dice Eco, la división entre signos arbitrarios (y convencionales), signos indicales y signos icónicos no es tan clara, su enorme aplicabilidad se debe más bien a su vaguedad, vaguedad que ha obstaculizado el desarrollo de análisis semióticos rigurosos. Además, esta división se basa en la relación de los signos con su referente y se contrapone a uno de los principios establecidos por Eco en su teoría de códigos: la independencia entre signo y referente (la función semiótica, dice Eco, existe siempre que existe la posibilidad de mentir). Por ello, Eco hace una revisión crítica al concepto derivado de la clasificación de Peirce que le parece más problemático: el iconismo.

El principal problema con el iconismo radica en la creencia de que la relación de las imágenes con los objetos que representan no dependen de una correlación cultural, sino de una especie de correlación natural. Para evitar conclusiones erróneas acerca del iconismo, es necesario eliminar, antes que nada, algunas ideas ingenuas sobre los signos icónicos.

Por un lado, las nociones que presentan a los signos icónicos como representaciones totalmente naturales:

- 1) que los signos icónicos tienen las mismas propiedades del objeto
- 2) que los signos icónicos son semejantes o análogos al objeto
- 3) que los signos icónicos son motivados por el objeto

Y por otro lado, las nociones que asemejan a los signos icónicos a los verbales:

- 4) que los signos icónicos están codificados arbitrariamente
- 5) que los signos icónicos son analizables en unidades pertinentes y codificadas, y que permiten una articulación múltiple como los signos verbales.

Varias de estas nociones ya han sido discutidas de algún modo en otras partes de este trabajo al hablar de la metáfora, del proceso perceptual, etc., por ello las discutiremos sólo de manera general. En lo que se refiere a tener las mismas propiedades de los objetos representados, es bastante evidente que una representación de un objeto no tiene nunca las mismas propiedades del objeto. Ni el retrato más hiperrealista tiene las mismas propiedades de la persona retratada, ni por la textura de la piel, ni por la movilidad de la persona, etc. Tampoco es cierto decir que aunque los signos icónicos no tienen las mismas propiedades físicas del objeto, sí estimulan una estructura perceptiva 'semejante' a la que estimularía el objeto dado. El caso de los dibujos esquemáticos, es una prueba de ello, la representación gráfica de una mano constituye un proceso de simplificación selectiva bastante complicado y provoca un resultado perceptual distinto al de la mano original.

La semejanza tampoco parece ser un atributo 'natural'. Al analizar la aplicación del término semejanza en distintos campos, desde geometría hasta ciencia, nos podemos dar fácilmente cuenta de que el juicio de 'semejanza' se produce a partir de criterios de pertenencia establecidos por convenciones culturales: reglas precisas que vuelven pertinentes ciertos aspectos y relegan otros a la irrelevancia. Los objetos siempre son semejantes en relación a cierto criterio. Los elementos de motivación existen pero sólo en la medida en que se los ha aceptado convencionalmente y como tales se les ha codificado. Por ejemplo, el hecho de

expresar ciertas relaciones abstractas mediante relaciones espaciales (como las representaciones de conjuntos), es resultado de una convención, aunque esta convención se base en mecanismos mentales.

En oposición a las teorías que sostienen la naturaleza de los signos icónicos existen demostraciones satisfactorias de su convencionalidad. Son varios los ejemplos de artistas que han realizado 'imitaciones' que a nosotros nos parecen hoy perfectas y que, cuando aparecieron por primera vez, fueron rechazadas por considerárselas 'poco realistas'. Por otra parte, existen pinturas antiguas cuya eficacia representativa no reconocemos nosotros, los contemporáneos, porque no tenemos en cuenta otras reglas de transformación. Un ejemplo de ésto último es el caso citado por Gombrich: de una serie de dibujantes de los siglos XVI al XVIII, que aunque conocían directamente los rinocerontes, continuaron representandolos siguiendo el modelo propuesto por Durero (que correspondía más que nada a una descripción cultural del rinoceronte popularizada por los bestiarios medievales), o el caso, también citado por Gombrich, del pintor decimonónico que retrata la fachada de la catedral de Chartres, pero, aunque la 've' con los pórticos de toda clase de arcos, retrata pórticos con arcos ojivales para mantenerse fiel al concepto cultural de "catedral gótica" dominante en su época.

Así, representar icónicamente el objeto significa transcribir mediante artificios gráficos las propiedades culturales que se le atribuyen. Se pinta muchas veces no tanto lo que se ve sino lo que se sabe, dependiendo de codificaciones precedentes de la experiencia perceptiva. Podemos entonces hablar de código icónico como del sistema que hace corresponder a un sistema de vehículos gráficos unidades perceptivas y culturales codificadas o bien unidades pertinentes de un sistema semántico que depende de una codificación precedente de la experiencia perceptiva.

Sin embargo, aunque estén convencionalizadas, no se puede negar el hecho de que hay motivaciones externas, ni pretender extrapolar a las imágenes la manera como funcionan los lenguajes verbales. Existen una serie de características de los signos icónicos que los hacen muy distintos a los lenguajes verbales:

- Las imágenes siempre representan textos cuyos elementos articulatorios son indiscernibles.

- En las imágenes no es fácil encontrar unidades discretas como los fonemas lingüísticos
- En las imágenes parece imposible separar las unidades pertinentes de las variantes libres. Por ejemplo en una representación de la figura humana, no existe un número fijo de rasgos pertinentes para entender la figura como tal, los rasgos que en una representación parezcan esenciales pueden no estar presentes en otra sin que por ello la imagen como tal sea inentendible.
- Aunque puedan distinguirse dentro de una imagen dada unidades pertinentes discretas, cuando estas unidades son individuadas parecen disolverse sin poder funcionar en un nuevo contexto (un círculo que contenga una línea curva y dos círculos pequeños pueden formar una cara humana dentro de un contexto y un plato con un plátano y dos uvas en otro).

- Los textos icónicos, más que depender de un código, instituyen nuevos códigos. Las miles de maneras de representar icónicamente algo no son previsibles (como lo serían si hubiera un código predefinido) y pueden ser entendidas sin adiestramiento.

- Los signos icónicos (y de hecho todas las funciones semióticas aunque no siempre de manera tan evidente como los signos icónicos), son resultado transitorio de estipulaciones del proceso y de las circunstancias de su producción.

Como ya hemos mencionado, para Eco no tiene sentido buscar una tipología de signos, pues el tipo al que pertenecen los signos no depende del estatuto existencial de los mismos, sino de la forma en que se produce la función semiótica; es decir, el tipo al que pertenece un signo depende de la manera como se realiza la correlación entre el plano de expresión y el plano de contenido. Los tipos de signos, dice Eco,

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

resultan ser más que nada el resultado de diferentes modalidades operativas: una tipología de los signos debe ceder el paso a una tipología de los modos de producción de signos.

Para definir sus tipos de producción, Eco hace algunas diferenciaciones, por un lado, dos tipos de relaciones entre la expresión concreta (especimen o signo) y el modelo abstracto que representa la expresión (tipo o contenido): *ratio facilis* y *ratio difficilis*; y por otro, cuatro tipos de trabajo físico requerido para producir los signos: reconocimiento, ostensión, reproducción e invención.

Existe, dice Eco, *ratio facilis*, cuando una expresión concreta (o signo) queda relacionada con un modelo abstracto (o contenido) por medio de una convención preestablecida institucionalizada por un código. En este caso la forma de la expresión no está determinada por la forma del modelo abstracto. Ejemplos de este tipo de relación son las letras, las palabras, las señales de circulación, etc.; la letra "a" y el sonido "a" están relacionados por una convención y la forma de la letra no está determinada en lo absoluto por la forma del sonido (bien podría ser que fuera la letra "q" la que representara el sonido "a"). Otro ejemplo de *ratio facilis* se tiene en el caso de los síntomas: las manchas rojas en el cuerpo son interpretadas como signo de sarampión porque así está previsto por institucionalización por el código médico, además, la forma de las manchas rojas no están determinadas por la forma del modelo abstracto del sarampión.

Por el contrario, existe *ratio difficilis* cuando una circunstancia expresiva está directamente convenida con el propio contenido, o porque no existe el tipo expresivo ya socializado o porque el tipo expresivo es idéntico al tipo de contenido. En otras palabras, existe *ratio difficilis* cuando la naturaleza de la expresión va motivada por la naturaleza del contenido. Ejemplos de este tipo de relación podrían ser los retratos pintados o las huellas, donde la forma de la expresión sí está directamente motivada por la forma del contenido: la forma de la huella será diferente si se trata de un caballo que si se trata de un hombre descalzo o de un hombre con zapatos, además la huella será diferente dependiendo del tamaño, peso, etc. del objeto, animal o individuo que la dejó.

En cuanto a los tipos de trabajo físico, podríamos decir que se existe *reconocimiento* cuando un objeto, acontecimiento o fenómeno determinado, producido por la naturaleza o por el hombre, es entendido por el destinatario como expresión de un contenido determinado. Interpretar el objeto reconocido significa ponerlo en correlación con una posible causa física que funcione como su contenido, después de haberse aceptado que la causa física actúa como productora no intencional del signo. Dentro de esta categoría, Eco ubica tres tipos de producción semiótica: las *huellas* (p.ej. las huellas de una persona en la arena como signo de que alguien pasó por ahí), los *síntomas* (p.ej. la fiebre como signo de enfermedad) y los *indicios* (p.ej. si en la sede de un partido político que haya sufrido un allanamiento encuentro un distintivo del partido contrario, puedo inferir de ello que los autores del allanamiento son los adversarios de las víctimas, es decir, el objeto debe ser reconocido convencionalmente como perteneciente a una clase precisa de agentes).

Por otro lado, decimos que hay *ostensión* cuando un objeto o fenómeno determinado, producido por la naturaleza o por el hombre, resulta 'seleccionado' por alguien y 'mostrado' como la expresión de la clase de objetos de que es miembro. Dentro de las ostensiones, Eco identifica dos distintas modalidades de producción semiótica: los *ejemplos* (cuando se selecciona un objeto para expresar la clase de la que es miembro) y las *muestras* (cuando se selecciona una parte del objeto para expresar el objeto entero, como las muestras de tela o las citas musicales). Además de estos dos tipos de producción, Eco menciona otro, pero ubicado no como ostensión pura, sino como una composición de ostensión y reproducción. Este tipo son las llamadas *muestras ficticias*, de las que Eco pone el siguiente ejemplo: si finjo golpear a alguien con un puño, deteniendo la mano antes de que se cumpla el acto, expreso el significado "te doy un puñetazo" (con la connotación de "estoy bromeando" o "estoy jugando") y se podría decir que estoy realizando una ostensión normal. Pero, en realidad, no he escogido un gesto formado de antemano, sino que lo he recreado y, al recrearlo, lo he despojado materialmente de algunas de sus marcas sintácticas (por ejemplo, la trayectoria es incompleta y está sólo esbozada). Así, pues, he reproducido (y no ostentado) una

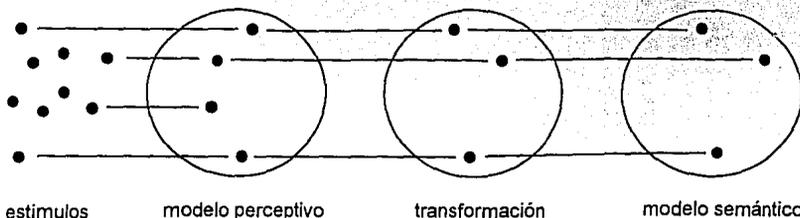
parte del gesto como muestra de todo el gesto. Esa es la razón por la que esos signos contiguos son al mismo tiempo ostensiones y reproducciones.

La *reproducción* es el modo de producción que rige los artificios expresivos más conocidos, siendo la reproducción de unidades combinatorias (como la utilizada en los sonidos de la lengua verbal, las notas musicales o los símbolos de la lógica formal o de la matemática) el considerado como único ejemplo de signos auténtico. Sin embargo Eco menciona también otros tipos de reproducción distintos. Según Eco se pueden reproducir: (a) *unidades combinatorias*, es decir, elementos que pueden ser combinados con otros elementos del mismo sistema para componer funtuivos claramente reconocibles (como en el caso de los ejemplos mencionados arriba); (b) *estilizaciones*, es decir, elementos de repertorios estructurados groseramente, reconocibles a partir de mecanismos perceptivos y puestos en correlaciones con operaciones de hipercodificación en gran escala, y no necesariamente combinables con otros elementos del mismo sistema (p. ej. todos los iconogramas codificados, como ciertas imágenes de tipo casi 'heráldico', la Virgen, el Sagrado Corazón, la Victoria, el Diablo. En semejantes casos, la denotación inmediata (el hecho de que transmitan "mujer", "hombre" u otra cosa) es materia de invención regida por *ratio difficilis*, pero su reconocibilidad en términos iconográficos está regida por *ratio facilis* y se debe a la presencia de rasgos reproducibles y reconocibles convencionalmente); (c) *vectores* o elementos de uno o más sistemas diferentes para componer un funtuivo claramente reconocible. Podríamos decir que hay vectores cuando se tienen elementos con cierta direccionalidad o progresión de algo hacia algo (como en el caso del dedo apuntado para señalar algo, que realiza rasgos dimensionales como "longitud" y "apicalidad", que son unidades combinatorias reproducibles, pero se mueve también hacia algo y ese rasgo de "direccionalidad" orienta la atención del destinatario de acuerdo con parámetros 'de derecha a izquierda' y 'de izquierda a derecha'. También son artificios vectoriales el ascenso o descenso de volumen de sonido, las sucesiones de palabras como "Pablo pega a Pedro", etc).

Además de las anteriores, Eco menciona otros dos tipos de 'artificios' hasta ahora no definidos por la semiótica suficientemente: los estímulos programados y las pseudounidades combinatorias. Los *estímulos programados*, consisten en la disposición de elementos no semióticos destinados a provocar una respuesta refleja en el destinatario aunque no totalmente previsible. Por ejemplo, en el caso de un hablante que esté elaborando un discurso de acuerdo con las leyes de la retórica judicial intente provocar un efecto de piedad y comprensión, y pronuncie para ello frases con voz sollozante y con vibraciones infinitésimas que podrían sugerir un deseo de llorar. Puede decirse que está usando dichos artificios como estimulaciones programadas, aunque no esté seguro del efecto que provocarán. En este caso, dice Eco, el hablante se encuentra a medio camino entre la ejecución de determinada regla de estimulación (reproducción) y la propuesta de nuevos elementos no convencionalizados que podrían (o no) reconocerse como artificios semióticos (invención). Las *pseudounidades combinatorias* se refieren a elementos perfectamente reproducibles y regidos por reglas exactas de combinación, pero que carecen de significado. El ejemplo típico de este artificio, dice Eco, son los cuadros abstractos de Mondrian o la música atonal de Schoenbaerg.

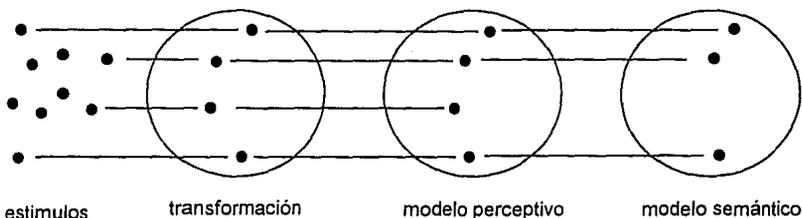
Finalmente, llamamos *invención* a un modo de producción en que el productor de la función semiótica escoge un nuevo continuum material todavía no segmentado para los fines que se propone, y sugiere una nueva manera de darle forma para transformar dentro de él los elementos pertinentes de un tipo de contenido. Pero Eco identifica dos tipos de invención: moderada y radical.

La *invención moderada* es cuando ya existe una representación perceptiva y ésta es proyectada directamente a un continuum expresivo, con lo que se realiza una forma de la expresión que dicta las reglas de producción de las unidades de contenido equivalente. La siguiente figura ejemplifica la configuración de un modelo semántico a través de la invención moderada:



Este es el caso de las imágenes de tipo 'clásico' y de la primera reproducción o reconocimiento de una huella: en ambos casos existe ya un modelo perceptual y éste es proyectado en un continuum expresivo, para configurar, en caso de que la operación sea exitosa, un nuevo código. Al establecerse el nuevo código, genera hábitos, sistemas de expectativas, manierismos. Algunas unidades expresivas visuales se fijan, con lo que se vuelven disponibles para combinaciones posteriores. Aparecen estilizaciones.

El problema a resolver surge cuando hay que determinar cómo transformar en un continuum expresivo las propiedades de algo que, a causa de su idiosincracia cultural o de su complejidad estructural, no es conocido todavía culturalmente. En estos casos podría hablarse de *invención radical*, donde a falta de un modelo perceptivo preexistente, se 'excava' directamente en el continuum informe, configurando el percepto en el momento mismo en que lo transforma en expresión. Aquí, es hasta después de haber realizado la expresión física que adquiere también la percepción una forma y puede pasarse del modelo perceptivo a la representación semántica. La siguiente figura ejemplifica la configuración del modelo semántico a través de la invención radical:

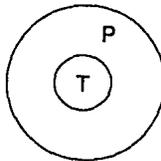


En este caso estamos ante una violenta institución de código, propuesta radical de una nueva convención. La función semiótica no existe todavía, ni se la puede imponer. De hecho, el emisor apuesta sobre las posibilidades de la semiosis y suele perder. A veces, son necesarios siglos para que la apuesta de resultado y se instaure la convención.

Sin embargo, dice Eco, no existen nunca casos de invención radical pura, y probablemente ni siquiera de invención moderada, dado que para que la convención pueda nacer, es necesario que la invención de lo todavía no dicho vaya envuelta de lo ya dicho. Y los textos 'inventivos' son estructuras laberínticas en que con las invenciones se entrecruzan reproducciones, estilizaciones, ostensiones, etc. Esto equivale a decir que cualquier propuesta cultural nueva se dibuja siempre sobre el fondo de cultura ya organizada.

Conviene recalcar que la invención semiótica, incluso cuando se le considera como función semiótica compleja, es siempre un signo 'impreciso'. Las invenciones no se disponen en sistemas de oposiciones nítidas, sino a lo largo de un continuum graduado sujeto más a hipocodificación que a codificación propiamente dicha. Sería aventurado decir que la pintura es un conjunto de signos reconocibles como una poesía. Pero igualmente aventurado sería decir que la pintura no es un fenómeno semiótico: representa más que nada el momento en que se propone un código aprovechando los detritos de códigos precedentes.

Se podría decir que el nuevo código propuesto surge sometiendo códigos precedentes a distintos niveles de transformación. Eco distingue tres niveles de transformación: los calcos o congruencias, las proyecciones y los grafos o transformaciones topológicas. Tenemos *calcos* cuando los puntos en el espacio físico de la expresión corresponden a cada uno de los puntos en el espacio físico de un objeto real (el ejemplo típico son las máscaras mortuorias). Tenemos *proyecciones* cuando los puntos del espécimen expresivo corresponden a puntos seleccionados en el espacio de un modelo semántico toposensible. En ellas intervienen reglas intensas de semejanza, y, de hecho, hay que aprender a reconocerlas. Existen diferentes estilos de proyección y cualquier proyección es falsificable. El intérprete ingenuo lee cualquier proyección como huella, es decir, como la transformación directa de las propiedades de una cosa real; mientras que, en realidad, la proyección es siempre el resultado de convenciones transformativas por las que determinados rastros sobre una superficie son estímulos que incitan a transformar hacia atrás y a postular un tipo de contenido en casos en que, de hecho, sólo hay un espécimen de expresión. Así, pues, es posible proyectar de la nada o de contenidos a los que no correspondan referentes como en un cuadro que represente un personaje ficticio. Finalmente tenemos *grafos* cuando a los puntos del espacio de la expresión corresponden a puntos en un modelo de relaciones no toposensible: es el caso en que una expresión espacial proporciona información sobre una correlación que no es espacial, y que concierne quizás a relaciones económicas, como cuando se usa el gráfico de la figura siguiente para expresar la proposición: "Todos los trabajadores subalternos pertenecen a la clase oprimida y alienada del proletariado".



Toda esa serie de representaciones inventivas, que va de los calcos a los grafos, produce en todos los casos textos y no signos particulares; y, cuando dichos textos se configuran, es difícil distinguir en ellos los rasgos pertinentes de los irrelevantes y libres. Sólo durante la descodificación surgen los rasgos pertinentes, y aparece la posibilidad de institucionalizar signos (con todos los manierismos consiguientes).

Cuando sólo una persona en el mundo es capaz de falsificar un modo de invención (es decir, no de copiar un cuadro existente, sino de producir uno totalmente nuevo atribuible a un pintor existente), la cultura todavía no ha aceptado el código propuesto por dicho cuadro; en cambio, cuando todos se vuelven capaces de pintar 'al modo de', en ese caso la invención ha tenido éxito semiótico y ha generado una nueva convención.

2.2. Los códigos del arte visual.

Todos los discursos estéticos, incluyendo los que utilizan lenguaje verbal, son de algún modo ejemplos de invención (ya sea moderada o radical): suponen una manipulación de la expresión que provoca (y es provocada) por un reajuste del contenido. Con ésto se provoca a su vez un proceso de cambio de código que produce con frecuencia nuevas cosmovisiones. Aunque debemos recordar que en el fondo, toda invención se apoya siempre sobre estructuras de la cultura organizada, las invenciones estéticas van siempre entrecruzadas con otros tipos de trabajo semiótico (reproducciones, estilizaciones, ostensiones, etc.). La producción estética implica entonces cambios de código, pero veamos las características de los posibles códigos del arte visual: sobre qué sistemas sintácticos se apoyan y como se relacionan con distintos sistemas semánticos.

El sistema sintáctico.

Lo primero que es necesario examinar al hablar de posibles códigos del arte visual, es la existencia de un sistema sintáctico que pueda ser asociado a un sistema semántico. Esto es, debemos ver si existen dentro del medio visual lo que llamamos en la sección anterior *s-códigos*: conjuntos finitos de elementos estructurados en oposiciones y regidos por reglas combinatorias que puedan generar cadenas finitas que a su vez puedan ser asociadas a un sistema semántico a través de un código.

Si bien en el medio visual pueden identificarse categorías bien delimitadas y diferenciadas una de otra como forma, color, tamaño (principalmente tamaño relativo), textura, posición relativa; no existe dentro de cada una de ellas, un conjunto finito de elementos: el número de formas, colores y texturas diferentes son tantas como podamos imaginar. Por ello cada texto visual define para su propio caso unos *s-códigos* particulares. Es sólo dentro de una obra determinada (a veces en un pintor o estilo determinado) donde se definen los *s-códigos*: conjuntos de formas, colores, texturas, posiciones y tamaños finitos estructurados en oposiciones. Por tanto *no podemos hablar de los s-códigos (y por tanto, de los códigos) del lenguaje visual en general, pero pueden ser definidos s-códigos específicos para una obra o un conjunto de obras específicas.*

Por otro lado, es importante mencionar la riqueza potencial de las categorías del medio visual y su capacidad de actuar de manera conjunta. Cada una de las categorías (forma, color, textura, posición relativa, etc.) puede ser segmentada de múltiples maneras y por tanto dar origen, en su acción conjunta, a espacios sintácticos multidimensionales. lo que a su vez permite, en potencia, el manejo de contenidos de gran complejidad estructural.

Código y sistema semántico.

En cuanto a la existencia de sistemas semánticos claramente estructurados por *s-códigos* y reglas que asocien estos sistemas semánticos a sistemas sintácticos, la ambigüedad del arte es aún mayor. No solo las distintas obras se refieren a sistemas semánticos distintos, sino que una misma obra, y más aún, un solo elemento de esa obra puede ser interpretado mediante referencias a distintos sistemas semánticos. Esto no solo significa que hay una gran cantidad de marcas semánticas a las que puede ser asociada una misma unidad (lo que ocurre también con las palabras de los lenguajes verbales), sino que muchas de esas marcas no son traducibles a unidades verbales y en ocasiones no están ni siquiera referidas a unidades culturales bien delimitadas.

Como ya dijimos en la sección anterior, los contenidos de los signos icónicos y visuales, son en mucho resultado de estipulaciones del proceso y de las circunstancias de su producción. La mayoría de las expresiones visuales e icónicas son entendidas como referidas a un contenido determinado porque de algún modo así se estipuló cuando fueron producidas.

Puede decirse que los textos visuales (los icónicos dentro de ellos), más que depender de un código, instituyen nuevos códigos. Como ya dijimos en la sección anterior, las miles de maneras de representar icónicamente algo no son previsibles (como los serían si hubiera un código definido) y muchas veces pueden ser entendidas sin adiestramiento.

En los lenguajes visuales podemos hablar con mucho mayor razón de mensajes abiertos. Al no existir un código o un conjunto de códigos definidos previamente con claridad, los mensajes pueden ser codificados, con libertad aún mayor que en el caso del lenguaje verbal, desde puntos de vista distintos y por referencia a sistemas convencionales distintos de acuerdo a los contextos y circunstancias de interpretación. La reducción de la información del mensaje puede realizarse sólo por el destinatario que escoge una interpretación parcial específica.

De hecho, debido al gran número de casos no previstos por ningún código predefinido, puede decirse que el funcionamiento de los lenguajes visuales está más cercano a los fenómenos de extracodificación y principalmente de la hipocodificación: por la falta de reglas más precisas, se admiten provisionalmente porciones macroscópicas de ciertos textos como unidades pertinentes de un código en formación que transmiten porciones vagas pero efectivas del contenido. La mayoría de las veces el destinatario no conoce la regla del emisor e intenta extrapolarla a partir de los datos desconexos de la experiencia estética que está teniendo. Tiene que llenar los vacíos semánticos para reducir la multiplicidad de los sentidos, para escoger sus propios recorridos de lectura, para considerar muchos de ellos a un tiempo aunque sean mutuamente incompatibles y para releer el mismo texto varias veces, controlando en cada ocasión presuposiciones contradictorias.

Aunque la mayoría de las veces hablaríamos de hipocodificación, también dentro de las obras de arte puede darse de algún modo una hipercodificación: los códigos de expresión de que se parte podrían someterse a segmentación sucesiva individuando subformas y subsistemas, exceso expresivo que provoca que se capte a su vez, aunque de manera vaga, un exceso de contenido.

Para el proceso de creación de los códigos son empleadas también las transformaciones utilizadas en la invención: calcos, proyecciones y grafos. Pero como ya mencionamos antes, lo que producen estas transformaciones no son signos sino textos de los que es difícil distinguir las unidades pertinentes de las irrelevantes. Es durante la descodificación donde surgen los rasgos pertinentes y aparece la posibilidad de institucionalizar signos.

3. Síntesis y conclusiones.

En este capítulo hemos repasado muchos de los estudios sobre el arte como lenguaje de comunicación. Puede decirse que a lo largo de los diferentes estudios teóricos, el arte ha sido ampliamente reconocido como transmisor de valores, ideas, etc., con lo que ha quedado bastante claro que el arte constituye un medio de significación. Y es por ello que la semiótica ha estudiado de manera rigurosa la manera en que se produce esta significación, tratando de definir las características del arte como lenguaje. Pero la tarea no ha sido fácil: si bien el arte, y en particular el arte visual, es, sin lugar a dudas, uno de los mecanismos de producción semiótica más importantes, difícilmente puede hablarse de él como lenguaje en el sentido del lenguaje verbal, esto ha producido errores y confusiones que han perdurado décadas. Las diferencias son básicamente las siguientes:

1) El arte en general no cuenta con un sistema sintáctico predefinido, es decir, número finito de signos convencionales ni de un conjunto de reglas combinatorias de esos símbolos a partir de los cuales puedan formarse todo el lenguaje. Pero cada obra individual, y muchas veces, estilos enteros, si definen conjuntos finitos de signos y reglas de combinación de los mismos, generando sistemas sintácticos completos. Esto

significa que aunque no es posible pensar en el descubrimiento del 'sistema sintáctico del arte', sí es posible definir sistemas sintácticos para aplicaciones específicas del arte.

2) La obra de arte se caracteriza por carecer de una codificación previa y por ser semánticamente ambigua y polivalente. Una misma obra contiene distintos discursos e interpretaciones parciales posibles, pero es irreductible a ellos.

Estas diferencias han dificultado el estudio del arte como lenguaje codificado; en el arte visual más que hablar de la producción de mensajes a través de un código del cual se depende, puede hablarse de una continua instauración de nuevos códigos. De hecho, el arte a menudo transforma a un continuum expresivo las propiedades de entidades no conocidas todavía culturalmente, ya sea por su idiosincracia cultural o por su complejidad estructural. El arte visual es pues, un claro ejemplo de invención semiótica, y como todas las invenciones crea sus representaciones a través del uso de distintas transformaciones (calcos, proyecciones y grafos). Estas transformaciones producen textos ambiguos, en los que es difícil distinguir los rasgos pertinentes de los irrelevantes.

Sin embargo, los contextos ambiguos y no codificados del arte, al ser interpretados coherentemente, dan origen (en caso que la sociedad las acepte) a nuevas convenciones y relaciones codificantes, como ha sido el caso de las vanguardias. Estas interpretaciones producen nuevas porciones de código por medio de fenómenos de hipocodificación (aceptando porciones bastante amplias de textos como unidades pertinentes de un código en formación), que nos permiten avanzar desde códigos inexistentes o desconocidos hasta códigos potenciales o genéricos, y de fenómenos de hipercodificación (realizando segmentaciones cada vez más detalladas del texto), que nos permiten avanzar desde códigos genéricos existentes hasta subcódigos más analíticos.

Por supuesto, tanto las transformaciones inventivas, como los fenómenos de hipocodificación e hipercodificación, se basan de algún modo en la cultura preestablecida, las invenciones van siempre entremezcladas con otros tipos de trabajo semiótico como reconocimientos, ostensiones, etc.

El arte juega pues, un papel fundamental en la creación e institucionalización de nuevos códigos. Es a través del arte visual que se dan los primeros pasos hacia la codificación de nuevas entidades culturales de gran complejidad hasta ahora no estructuradas por otro tipo de códigos. Esto se debe en mucho a la enorme capacidad del medio visual para integrar sistemas sintácticos de gran complejidad que a su vez sean capaces de relacionarse con contenidos altamente complejos.

Esta visión de los mecanismos del arte desde una teoría de códigos y de producción de signos bien estructurada, junto con las conclusiones que obtuvimos en los capítulos anteriores, nos permitirá hacer en el siguiente capítulo algunas propuestas más concretas para la utilización del arte visual dentro de sistemas inteligentes basados en la representación de conocimiento.

4. Bibliografía

1. Calabrese, Ó. (1987) *El lenguaje del arte*. España: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
2. Eco, U. (1991) *Tratado de semiótica general*. España: Editorial Lumen
3. Glinert, E. P. Blattner, M. M. & Frerking, C. J. (1991) "Visual Tools and Languages: Directions for the 90's". *IEEE* (August) pp. 89-95
4. Chandrasekaran, B.; Harayanan, N. H. & Iwasaki, Y. (1993) "Reasoning with Diagrammatic Representations, A Report on the Spring Symposium". *AI Magazine*. (Summer). pp. 49-56.

5. Goldschmidt, G. (?) "Visual clues: tacit information processing via sketching". pp. 203-207
6. Olea O. (1977) *Configuración de un modelo axiológico para la crítica de arte*. México: UNAM
7. Read, H. (1967) *Orígenes de la forma en el arte*. Argentina: Editorial Proyección.

CAPITULO 5

V. EL ARTE VISUAL EN LA REPRESENTACION DE CONOCIMIENTO.

En los capítulos anteriores hemos visto como la representación del conocimiento se ha vuelto uno de los tópicos más importantes dentro del desarrollo de sistemas computacionales capaces de resolver problemas que requieran de ciertos procesos 'inteligentes'. En las últimas décadas dentro de la inteligencia artificial han sido desarrollados varios esquemas para codificar conocimiento de un modo tal que pueda ser manipulado dentro de una computadora. Estos esquemas permiten codificar y representar conocimiento basado en 'modelos del mundo' perfectamente estructurados y jerarquizados. Sin embargo en muchos de los problemas que enfrenta la inteligencia humana, no existen modelos estructurados a los cuales referirse. Es en esos casos donde es posible darse cuenta de la importancia que tienen para la inteligencia humana la percepción, el uso de la metáfora y otros mecanismos no racionales en el sentido tradicional.

También hemos visto como el arte, y particularmente el arte visual que integra muchos de los mecanismos de la percepción y del pensamiento metafórico, es parte fundamental dentro del proceso de creación cultural. El arte visual permite la instauración de nuevas estructuras y códigos que permitan el manejo de entidades todavía no conocidas culturalmente y por lo mismo, carentes de modelos estructurados que las representen. A través de esta instauración de códigos, el arte facilita la adquisición, asimilación y transmisión de estas nuevas entidades culturales, así como la formación de modelos estructurados que las representen y permitan su utilización en la resolución de nuevos problemas.

Esto, las cualidades del arte visual y la importancia de la percepción y la metáfora en los procesos inteligentes, hace pensar en la utilización de los mecanismos del arte visual para la codificación y representación de conocimiento carente aún de modelos estructurados en inteligencia artificial. Lo que a su vez hizo necesario, en el capítulo anterior, analizar con base en una teoría semiótica de códigos y producción de signos el proceso de codificación del arte.

1. La codificación a través del arte visual.

De acuerdo a lo analizado en el capítulo anterior, podríamos establecer los siguientes pasos en el proceso de instauración de códigos a través del arte visual:

1.1. Formación de la representación visual o imagen.

Esta imagen se integra creativamente a través de elementos visuales constituidos por formas figurativas o abstractas y distintas transformaciones (calcos, proyecciones o grafos), en las cuales intervienen generalmente procesos metafóricos, que modelan visualmente la porción de la realidad a codificar. Estas formas van siempre acompañadas de otros tipos de operaciones semióticas como reconocimientos, ostensiones o reproducciones: cualquier propuesta nueva se dibuja sobre el fondo de la cultura ya organizada. Asimismo, en la imagen se plasman relaciones visuales entre los elementos visuales definidos, que están apoyadas parcialmente en la cultura existente (p. ej. en metáforas ya codificadas, como el utilizar figuras de tamaño más grande, cuando la importancia de lo representado es mayor en relación a otros elementos y de tamaño más pequeño cuando la importancia de lo representado es menor con relación a otros elementos).

1.2. La hipodecodificación de la imagen.

Una vez que ha sido formada la imagen, ésta constituye una obra ambigua, carente de códigos precisos de interpretación. En su formación intervinieron distintos códigos parciales, pero no existe ningún código unificador que permita interpretar la imagen resultante en toda su complejidad. Se trata de un fenómeno de hipodecodificación, en el que, a falta de reglas precisas de decodificación, se procede a la interpretación vaga de porciones grandes de la imagen, a partir de extrapolaciones de códigos parciales y datos inconexos de la experiencia estética.

Es importante hacer notar que las interpretaciones en los fenómenos de hipodecodificación se dan a nivel macro, es decir de la imagen completa o de porciones grandes de ella, nunca a nivel de los pequeños elementos. Aunque la imagen se haya formado agregando elementos particulares codificados (nivel micro), la interpretación de la hipodecodificación se da solo a nivel macro.

Al momento de la interpretación, extrapolando y aplicando códigos parciales, es importante tener en cuenta que los elementos visuales y sus relaciones tienen significados meramente convencionales según el contexto y no absolutos, algo que mencionamos en el capítulo anterior.

Como resultado de este paso, surgen interpretaciones genéricas de la imagen.

1.3. La hiperdecodificación de la interpretación genérica.

Una vez que ya se tiene el significado genérico surgido de la interpretación a nivel macro, comienza un proceso de hiperdecodificación. Para ello, se procede a segmentaciones cada vez más detalladas de la imagen que llevan a la complejización del significado y a la creación de subsignificados más precisos.

En este punto, se obtienen interpretaciones a nivel de elementos, por medio de códigos parciales predefinidos: connotaciones culturales de la forma y color de cada elemento, connotaciones culturales de posición relativa entre dos elementos, etc. Estas interpretaciones, completan y hacen más complejo el significado genérico. Sin embargo, es importante aclarar que los códigos parciales utilizados para estas interpretaciones no tienen porqué ser (y la mayoría de las veces no son) los mismos que se utilizaron en la formación de las imágenes. Estas nuevas interpretaciones se hacen a partir del código genérico elaborado a nivel macro y deben ser coherentes con él.

El resultado de este paso son significados más analíticos que pueden quedar instaurados de manera definitiva en caso de ser aceptados socialmente. Pero en cualquier caso, dichos códigos nos permiten acceder a concepciones culturales antes inaccesibles.

2. Planteamiento de un esquema de representación de conocimiento mediante imágenes de las artes visuales.

A continuación propondremos una estructura que permita la aplicación de algunos de los procedimientos de las artes visuales como medio para codificar conocimiento poco estructurado sobre una porción compleja de la realidad y representarlo dentro de un sistema basado en conocimiento o sistema experto.

2.1. Objetivos.

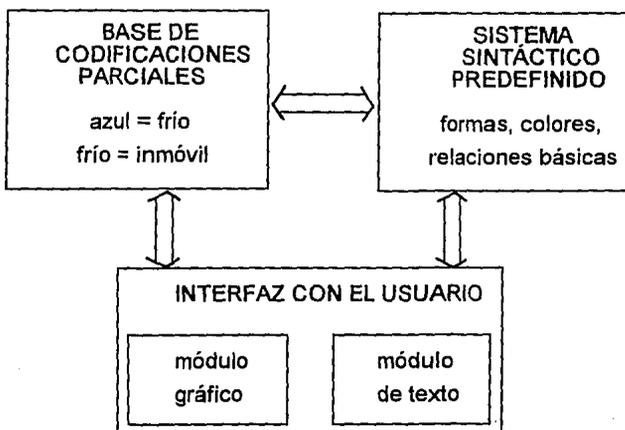
Los objetivos de proponer un nuevo esquema de representación de conocimiento basado en algunos procedimientos del arte visual, son:

- a) Permitirnos, dentro de un sistema experto, enfrentar problemas que involucren conocimiento aún no estructurado claramente y para el cual contemos únicamente con información vaga, como es el caso de sistemas de una gran complejidad estructural, con múltiples jerarquías aún no codificados culturalmente (como en algunos problemas que involucren sistemas humanos y sistemas sociales complejos).
- b) Generar representaciones polivalentes, capaces de soportar distintas interpretaciones y de generar, a partir de estas interpretaciones, distintas maneras de ver las cosas.

2.2. Proceso de codificación visual del conocimiento.

Los módulos del proceso.

Para el proceso de codificación de conocimiento no estructurado, se plantea utilizar tres módulos que interactúan entre sí, los cuales se muestran en la siguiente figura.



Interfaz con el usuario. El proceso de codificación será realizado a través de una interfaz que interactúe con el usuario, con una pantalla con una ventana para representaciones visuales a través de la cual el usuario pueda recibir imágenes ya hechas y formar nuevas imágenes y con una ventana para escribir texto referente a las imágenes.

Base de codificaciones parciales. Tomando en cuenta que las invenciones a fin de cuentas siempre se apoyan sobre estructuras de la cultura preestablecida, existirá una base de datos en la cual estén almacenadas distintos elementos y relaciones (visuales y no visuales) que estén culturalmente codificadas. Habrán básicamente dos tipos de relaciones almacenadas:

- a) Relaciones entre distintos conceptos y proposiciones (elementos semánticos). Ejemplos: frío => inmóvil; curva => orgánico; desequilibrio hacia la derecha => exceso de conservadurismo; etc. Además de este tipo de relaciones, conviene que esté incluido un diccionario de sinónimos.
- b) Relaciones entre elementos visuales (unidades sintácticas) y elementos semánticos. Ejemplos: azul => frío; círculo => curva; punto de equilibrio cargado a la derecha => desequilibrio hacia la derecha.

Sistema sintáctico predefinido. Para evitar tener un continuum expresivo infinito, se definirá un conjunto sintáctico finito con algunas formas visuales básicas predefinidas, así como colores y relaciones entre elementos. Este sistema sintáctico tendrá dos tipos de componentes:

1. Elementos visuales, que constituyen *unidades sintácticas* y entre los que se encuentran:

- a) Formas básicas, como p.ej. cuadrado, círculo, triángulo. Además de estas formas podrían incluirse algunas operaciones de deformación como p.ej. deformación hacia la derecha, deformación diagonal superior izquierda, deformación hacia arriba, etc.
- b) Colores básicos, como p.ej. rojo, azul, amarillo, verde, naranja, rosa, café, negro y blanco. Con respecto a los colores también podría ser agregada otra categoría que maneje dos tipos de tonos (excepto para el blanco y el negro): claro y oscuro.

2. Relaciones visuales entre elementos, que constituyen *proposiciones sintácticas* y entre las que se encuentran:

- a) Tamaño relativo, como p.ej. mas grande que, mucho más grande que, igual que, más pequeño que y mucho más pequeño que.
- b) Cercanía, como p.ej. cercano, medio y lejano
- c) Posición relativa, como p.ej. arriba, abajo, a la derecha, a la izquierda, diagonal superior izquierda, diagonal superior derecha, diagonal inferior izquierda y diagonal inferior derecha.

Aunque se trata de un sistema sintáctico muy limitado con respecto a las posibilidades del medio visual, este sistema puede manejar una riqueza estructural considerable, y puede en caso de requerirse ser ampliado ya sea segmentado más las categorías, o incluyendo otras categorías como textura, ángulos de rotación, etc.

Procedimiento.

El proceso de codificación de conocimiento no estructurado acerca de una porción de la realidad ocurriría de la siguiente forma:

1. La *interfaz del usuario* está definida por una pantalla de computadora en la que se distinguen dos ventanas: la ventana de texto y la ventana de representación visual, abarcando cada una, por ejemplo, la mitad de la pantalla. En la ventana de texto se identifican y definen textualmente, uno por uno, los distintos conceptos o elementos que constituyen el problema, incluyendo sus atributos (unidades semánticas), como por ejemplo, importante, rígido, etc .

NOTA: para evitar confusiones, puede existir una lista predefinida de atributos de los cuales se vayan escogiendo los atributos aplicables a cada concepto.

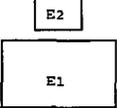
2. Estos conceptos son asociados a distintos elementos visuales (unidades sintácticas), ya sea a través de la *base de codificaciones parciales* o por la selección de algún código especial por parte del usuario. Estos elementos visuales se representan en la ventana de representación visual.

Unidad(es) Sintáctica(s) Recomendada(s)	Definición Textual
U1: 	Elemento 1. Nacimiento
U2: 	Atributos: cambio direccionado orgánico

PANTALLA DE LA COMPUTADORA

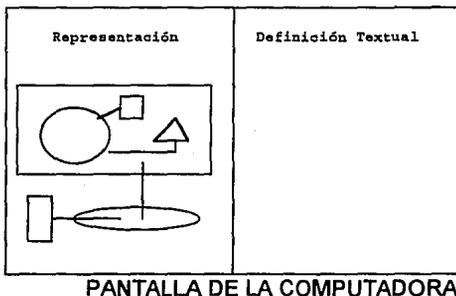
3. A continuación, en la ventana de texto se describen textualmente las relaciones relevantes directas entre cada concepto y los demás mediante proposiciones lingüísticas (proposiciones semánticas).

4. Cada una de estas proposiciones semánticas definidas es asociada con una o varias relaciones visuales (proposiciones sintácticas) entre los elementos visuales correspondientes, utilizando el código convenido.

Proposición(es) Sintáctica(s) Recomendada(s)	Definición Textual
P1: 	Relación entre Elemento1 y Elemento2 E1 más importante que E2 E1 soporta a E2

PANTALLA DE LA COMPUTADORA

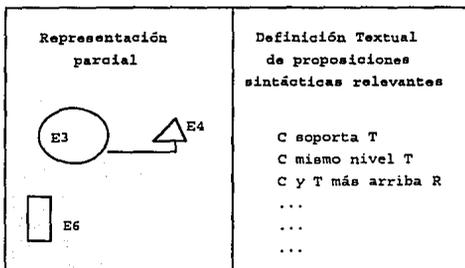
Una vez definidos todos los elementos visuales con sus relaciones pertinentes, queda integrada una primera imagen representativa del sistema. Esta imagen, como representativa de un sistema que aunque ambiguo se supone completo y autosuficiente, deberá estar equilibrada de acuerdo a las reglas de composición formales. Si la imagen no está equilibrada, puede significar dos cosas: que existen elementos importantes que aún no han sido tomados en cuenta y que deben agregarse, o que las relaciones entre los elementos existentes no están definidas adecuadamente y es necesario modificarlas. Una vez hechas las modificaciones necesarias para lograr el equilibrio, se tiene integrada, ahora sí, la imagen total. Esta imagen constituye un modelo en el que aparecen y se hacen patentes nuevas relaciones entre diversos elementos visuales, que pueden tener distintas interpretaciones.



Esta imagen se guarda en una base de representaciones visuales, de donde podrá llamarse para resolver problemas pertinentes, mediante una previa interpretación. Para la interpretación de una imagen, se sigue el siguiente procedimiento:

A. Se hace, en primer término, una interpretación global (hipodecodificación). Para ello, se carga la imagen global en la ventana de representación visual y se extrae de esta imagen global una porción (imagen parcial) que se considere pertinente para el problema particular, borrando temporalmente los elementos restantes.

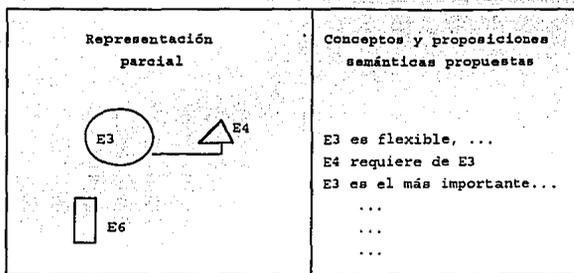
B. Se identifican lingüísticamente en la ventana de texto los elementos visuales (unidades sintácticas) y las relaciones visuales (proposiciones sintácticas) más relevantes de la imagen parcial.



PANTALLA DE LA COMPUTADORA

C = círculo, T = triángulo, R = rectángulo
E3, E4, E6 = nombres de los elementos

C. Estos elementos y relaciones visuales se asocian en la ventana de texto con conceptos y proposiciones (proposiciones semánticas) que llamaremos genéricos, para constituir un nuevo modelo semántico.



PANTALLA DE LA COMPUTADORA

D. Una vez definidos los conceptos y proposiciones semánticas genéricos, se procede a un proceso de *hiperdecodificación*, con el fin de afinar la interpretación. Para ello, se definen nuevamente en la pantalla de texto los elementos y relaciones visuales relevantes al problema, sólo que esta vez tomando en cuenta la totalidad de la imagen. También en este caso se asocian conceptos y proposiciones semánticas que se agregan al modelo semántico en formación. Estas proposiciones semánticas deben ser congruentes con los conceptos y proposiciones semánticas genéricas definidas previamente en la hipodecodificación.

E. En la pantalla de representación visual se analizan de dos en dos (borrando temporalmente de la pantalla todos los elementos restantes), los elementos visuales relevantes para el problema en cuestión, definiendo nuevas relaciones visuales relevantes, para interpretar nuevas proposiciones congruentes con el modelo semántico en formación.

F. Ahora se analizan en la pantalla de representación visual los elementos visuales individuales, para la definición de nuevas proposiciones y unidades semánticas congruentes con el modelo semántico.

G. Finalmente, se tiene un conjunto de conceptos y proposiciones coherentes que constituyen un modelo semántico estructurado y que sirve de base para resolver el problema específico.

A continuación, con el fin de aclarar el proceso de codificación de conocimiento expuesto arriba, aplicaremos dicho proceso a un problema específico. Es importante mencionar que aplicaremos en el ejemplo algunos códigos parciales no apoyados en investigaciones serias, y que estos códigos parciales son pertinentes sólo para ejemplificar como actúa el proceso de codificación de conocimiento propuesto.

Un ejemplo de aplicación.

Supongamos que queremos resolver, dentro de un sistema experto, un problema que involucre las relaciones entre trabajo y nivel de vida. El nivel de vida, es un concepto bastante ambiguo que se compone de varios elementos o conceptos como son: tener cubiertas las necesidades básicas, llevar una vida tranquila, tener capacidad de realizarse como ser humano, etc. Además, estos elementos, también ambiguos, interaccionan de varias maneras unos con otros y resulta difícil establecer relaciones precisas entre los distintos elementos. Por ello utilizaremos el procedimiento propuesto en el punto anterior como ayuda para establecer relaciones más precisas entre los distintos elementos que conforman el nivel de vida y el trabajo:

1. Primero se identifican los conceptos o elementos que participan en el problema. Por lo pronto consideraremos los siguientes elementos:

Por un lado:

- El *trabajo*, que en este ejemplo lo tomaremos como un solo elemento simple, aunque bien podrían identificarse distintos elementos constitutivos de lo que es el trabajo.

Y por otro lado, elementos que constituyen el nivel de vida:

- El tener cubiertas las *necesidades básicas* de supervivencia (como comida y habitación).
- El tener cubiertas otras *necesidades fundamentales* para el desarrollo humano que llamaremos necesidades espirituales (como la interacción social con otros seres humanos, la posibilidad de autorreflexión y autoconocimiento y la posibilidad de autorrealización diaria).
- *Salud*.
- *Tranquilidad*.

Una vez establecidos los elementos del problema se definen textualmente atributos de cada uno de los elementos y en base a ellos, son sugeridos elementos sintácticos que representen adecuadamente los elementos.

Para hacer más sencilla la definición de atributos, escogeremos los mismos a partir de una lista de atributos predefinida, de los cuales se deben elegir aquellos que estén más relacionados con el concepto a definir. La lista de atributos será en este caso la siguiente:

- variable que cambia hacia una dirección constante (de más a menos, de menos a más, etc.)
- variable que cambia en distintas direcciones
- constante o invariable
- homogéneo
- heterogéneo
- orgánico
- inorgánico
- rígido
- flexible

NOTA: Esta lista de atributos no se considera de ningún modo pertinente para todos los problemas, una lista adecuada para la generalidad de los problemas deberá ser el resultado de investigaciones formales. Esta lista es sólo útil para ejemplificar el funcionamiento del procedimiento de codificación propuesto.

Con el fin de simplificar lo más posible el ejemplo, además de limitar los atributos que pueden utilizarse, también limitaremos las unidades sintácticas posibles a tres figuras: cuadrados (o rectángulos), triángulos (en cualquier dirección) y círculos (o elipses); eliminando además el uso de colores en la representación.

La definición de los atributos de cada elemento (paso 1) y la unidad sintáctica recomendada (paso 2) aparecen en la siguiente tabla:

Elemento	Atributos	Unidad Sintáctica
Trabajo	invariable rígido homogéneo	
Necesidades Básicas	homogéneas invariables	
Necesidades Espirituales	heterogéneas cambian en distintas direcciones	
Salud	Homogéneo Orgánico	
Tranquilidad	Homogéneo Invariable	

Una vez definidos los elementos visuales a utilizar, se escriben textualmente las relaciones relevantes entre los distintos conceptos (paso 3) y a través de asociaciones con proposiciones sintácticas hechas en la base de codificaciones parciales, se van uniendo los distintos elementos visuales (unidades sintácticas) para conformar la imagen representativa (paso 4).

De igual manera que limitamos los atributos posibles a una lista predefinida para simplificar y evitar confusiones, limitaremos las posibles relaciones relevantes entre conceptos. La lista de relaciones posibles:

- forma parte de
- está formado por
- está formado sólo por
- está contenido en
- contiene a
- está sobre de
- está abajo de
- soporta a
- es soportado por
- es requisito de
- requiere de
- depende de
- supera a
- es igual a
- es inferior a
- es más importante que
- es menos importante que
- es igual de importante que
- es similar a
- es diferente a

NOTA: Igual que la lista de atributos, esta lista no pretende ser válida más que para el presente ejemplo.

Así mismo, las proposiciones sintácticas (relaciones visuales) serán limitadas a los siguientes elementos:

- posición relativa (arriba, abajo, izquierda, derecha, superior-izquierda, superior-derecha, inferior-izquierda e inferior-derecha, contenido, continente)
- tamaño relativo (más grande, más pequeño, igual)
- flechas de unión
- líneas de unión

A continuación se presenta la conformación de la imagen representativa del sistema que queremos codificar siguiendo los pasos 3 y 4.

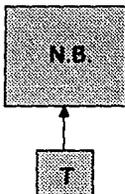
i) Relación entre el trabajo (T) y las necesidades básicas (N.B.).

N.B. más importante que T

N.B. está sobre T

N.B. depende de T

Figura producida por asociaciones:



ii) Relación entre necesidades espirituales (N.E.) y trabajo (T).

N.E. más importante que T

N.E. está sobre T

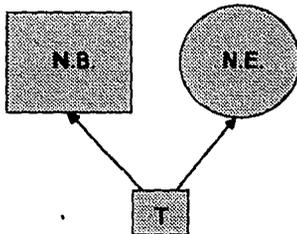
N.E. depende de T

iii) Relación entre necesidades espirituales (N.E.) y necesidades básicas (N.B.).

N.E. es igual de importante que N.B.

N.E. es diferente a N.B.

Figura producida por asociaciones:



iv) Relación entre salud (S) y trabajo (T).

S es requisito para T
 S soporta a T
 S depende de T
 S es más importante que T

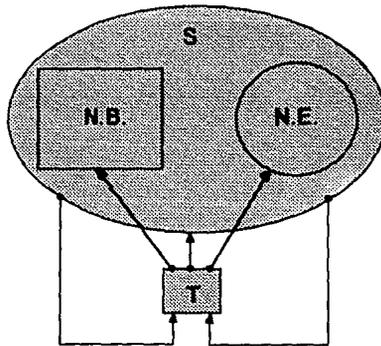
v) Relación entre salud (S) y necesidades básicas (N.B.).

S está formado por N.B.

vi) Relación entre salud (S) y necesidades espirituales (N.E.).

S está formado por N.E.

Figura producida por asociaciones:



vii) Relación entre tranquilidad (Tr) y trabajo (T)

Tr es más importante que T
 Tr depende de T

viii) Relación entre tranquilidad (Tr) y necesidades básicas (N.B.).

Tr requiere de N.B.
 Tr está formado por N.B.

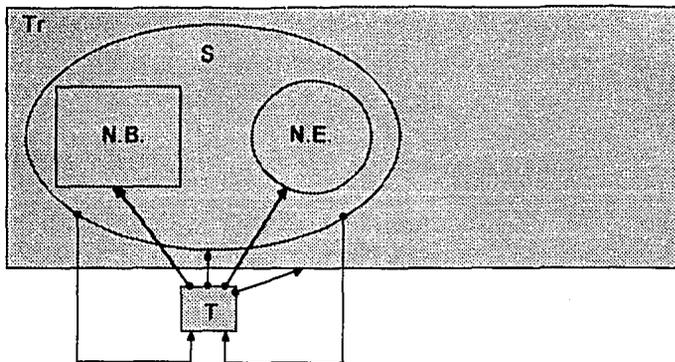
ix) Relación entre tranquilidad (Tr) y necesidades espirituales (N.E.).

Tr requiere de N. B.
 Tr está formado por N.E.

x) Relación entre tranquilidad (Tr) y salud (S).

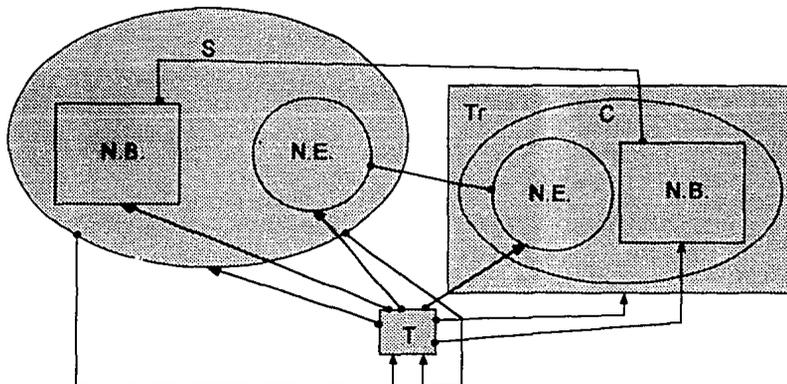
Tr depende de S

Figura producida por asociaciones:



NOTA: La tranquilidad está formada por las necesidades básicas y por las necesidades espirituales, pero de algún modo, depende de algo más que la pura salud, ello llevó a que el rectángulo sobresalga hacia un lado.

La imagen representativa parece desequilibrada e incompleta, ello lleva a reconsiderar las relaciones formales establecidas. De acuerdo a las relaciones establecidas la tranquilidad está formada por las necesidades básicas y las necesidades espirituales (para que haya tranquilidad ambos tipos de necesidades deben estar cubiertas). Ello lleva a tomar los elementos N.B y N.E. como subconjuntos de Tr, provocando así que la salud quede también como una parte constitutiva de la tranquilidad. Sin embargo, aunque la salud sí influye en la tranquilidad, no es constitutiva de ésta, puede existir un enfermo tranquilo. Entonces, las necesidades cubiertas forman también parte de un concepto distinto a salud que a su vez forma parte de la tranquilidad, llamaremos a ese concepto "conformidad". Estas consideraciones, ambiguas por supuesto, ya que no tenemos una estructura bien definida de las relaciones entre estos elementos, motivan la modificación de la primera imagen representativa, tratando de hacerla más completa y más equilibrada. En este ejemplo supondremos la siguiente imagen como representación final.

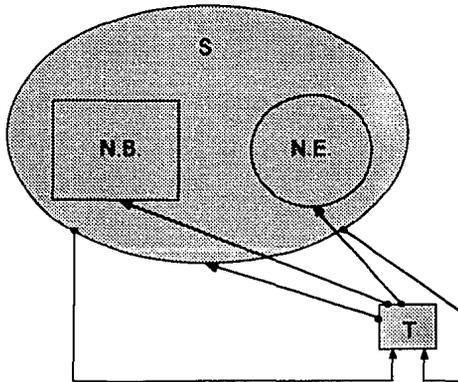


En la modificación de la imagen, como en todo el procedimiento, participa de algún modo la intuición, pero la intuición en conjugación con reglas formales de composición (para tener una imagen equilibrada) y probablemente con nuevas relaciones que han venido a la luz al realizar la imagen (p.ej. S es más importante que Tr). Este apoyo en distintas reglas y apreciaciones, aunado a la capacidad de soportar distintas interpretaciones, hacen bastante sólido el modelo icónico, permitiéndonos obtener una buena cantidad de relaciones concretas que antes difícilmente eran apreciables. Por ejemplo, aunque fue por consideraciones de composición formal que fué invertido el orden de los elementos N.B. y N.E. en S y C, podemos de él concluir relaciones perfectamente válidas, como sería el que para la salud tenga más importancia que estén cubiertas las necesidades básicas (N.B. va antes que N.E.) y para la conformidad con uno mismo tenga más importancia que estén cubiertas las necesidades espirituales.

Como se ha visto, para la formación de la imagen representativa sólo fue necesario tomar en cuenta atributos y relaciones muy generales. Sin embargo, para decodificar la imagen para formar un conjunto de proposiciones semánticas coherentes, es necesario basarse en casos concretos; las interpretaciones posibles son tantas que es necesario limitarlas lo más posible.

Para la decodificación de la imagen del ejemplo, tomaremos un caso más concreto: tratará de establecerse un modelo semántico de proposiciones concretas para la relación entre trabajo y nivel de vida para un individuo que aunque posea salud, carezca de tranquilidad.

De acuerdo al procedimiento de decodificación propuesto, primero es necesario hacer una interpretación global tomando en cuenta únicamente la porción de imagen pertinente para el problema específico (paso A). En este caso, nos basaremos en la siguiente figura:



A partir de esta imagen se identifican lingüísticamente los elementos y las relaciones visuales más relevantes (paso B) para a partir de ellas, asociar un conjunto de conceptos y proposiciones genéricos (paso C). La identificación de elementos y relaciones visuales sería simplemente describir textualmente lo más relevante de la imagen. Por ejemplo:

- S es un círculo que contiene al cuadrado N.B. y al círculo N.E.
- N.B. es el primer elemento de S
- Existe desequilibrio entre los elementos independientes S y T.
- S se apoya básicamente sobre el lado izquierdo bajo N.B.
- etc.

De lo que podría concluirse por ejemplo:

- La salud es un elemento que cambia constantemente
- El trabajo es un elemento que tiende a permanecer rígido, constante
- La salud es mucho más importante que el trabajo
- El apoyo principal de la salud lo constituyen las necesidades básicas satisfechas
- Cuando el trabajo sólo interactúa con la salud (y no toma en cuenta otros factores como la tranquilidad), la estabilidad de la salud es frágil pues es soportada únicamente por la parte física (la satisfacción de necesidades básicas) y no por la parte mental (la satisfacción de necesidades espirituales)-
- etc.

Partiendo de estos primeros conceptos y relaciones genéricos se forma un modelo semántico más completo por medio de análisis e interpretaciones más detalladas de la imagen total incluyendo elementos relevantes y elementos no relevantes (paso D), de las interacciones entre elementos particulares (paso E) y de la forma de los elementos individuales (paso F).

Por ejemplo, analizando la imagen total, surgen proposiciones que completan las proposiciones genéricas:

- .- La satisfacción de necesidades espirituales constituye el apoyo principal de la conformidad y la tranquilidad
- Falta de tranquilidad aunada a salud, denotan necesidades espirituales no satisfechas, lo que acaba, a la larga afectando a la misma salud
- etc.

De este modo van definiéndose interpretaciones muy concretas que pueden ya, ser estructuradas y transformadas a lenguajes y esquemas altamente estructurados (paso G).

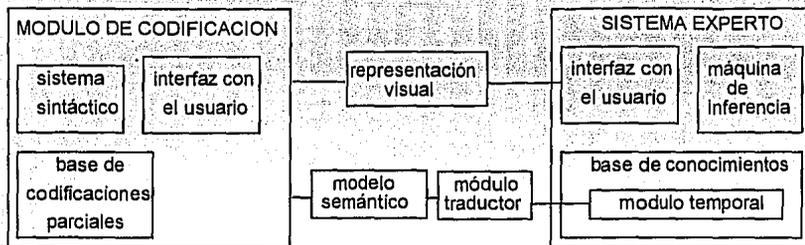
2.3. La interacción con la interfaz de usuario y la base de conocimientos.

El sistema de codificación visual explicado en el punto anterior produce, por un lado, una representación visual que constituye una especie de modelo visual genérico del problema, y por otro, un conjunto de proposiciones lingüísticas que constituyen un modelo semántico específico para un contexto muy concreto del problema.

La representación visual, aún ambigua en muchos sentidos, no puede interactuar con una base de conocimientos común, pero sí puede interactuar de algún modo con el usuario del sistema experto. La finalidad de esta interacción es doble: por un lado que la imagen sirva como un apoyo para el entendimiento del problema, y por otro que pueda haber una retroalimentación entre usuario e imagen, esto es, que el usuario pueda en un momento dado corregir o completar la representación visual generada en el módulo de codificación, e incluso, provocar reestructuraciones, actualizaciones y cambios de los códigos parciales.

El conjunto de las proposiciones semánticas específicas, formará parte, aunque sólo temporalmente, de la base de conocimientos del sistema. Para ello son necesarias: por un lado, la construcción de un módulo 'traductor', capaz de transformar el modelo semántico específico al esquema de representación utilizado en la base de conocimientos (reglas de producción, redes semánticas, etc.), y por otro la constitución de un módulo de almacenamiento temporal dentro de la base de conocimiento del sistema experto, que evite que se confundan los modelos generales permanentes y el modelo correspondiente a una interpretación concreta.

La relación entre el módulo de codificación y los módulos del sistema experto, quedaría entonces de la siguiente forma:



2.4. Supuestos ontológicos del esquema de representación.

Como cualquier esquema que pretenda representar nuestro conocimiento del mundo, el proceso de codificación definido en los puntos anteriores contiene una serie de supuestos ontológicos acerca de la naturaleza de las cosas. El estar apoyada en un conjunto de supuestos ontológicos es algo inherente a cualquier representación, pero aunque todos los esquemas de representación contengan supuestos, para evitar confusiones es conveniente definir claramente los supuestos particulares sobre los que se basa el esquema de representación propuesto.

En primer término, podemos hablar de que detrás de la definición de procedimientos del arte para codificar conocimiento no estructurado en inteligencia artificial, existe una visión del mundo como un conjunto de elementos ambiguos, capaces de aceptar distintas interpretaciones, y relacionados también ambiguamente con otros elementos. Esta ambigüedad del mundo real, se debe más a nuestra incapacidad para captar con nuestras estructuras mentales su complejidad estructural de un modo integral y coherente, que a una verdadera indeterminación. De cualquier forma, el mundo se nos aparece como algo ambiguo, y para enfrentarlo, utilizamos en principio modelos, que aunque sean ya parciales y hayan sido sometidos a distintos procesos de metaforización, siguen siendo ambiguos, es decir, pueden ser interpretados de distintas maneras de acuerdo a los contextos particulares en que actúen. Es sólo después, a través de interpretaciones coherentes aceptadas por convención social, que estos modelos son codificados y estructurados en unidades y jerarquías claras, pero parciales a la cultura que los generó.

El procedimiento que hemos planteado, contiene también, al establecer primero una hipodecodificación a nivel macroscópico y después un hiperdecodificación a nivel microscópico, una visión similar a la de la Ciencia de Sistemas o a la de la psicología de la Gestalt en el sentido de dar primacía a lo general sobre lo particular, de favorecer al todo sobre los elementos.

Finalmente, el uso de dicho procedimiento hace resaltar las propiedades y relaciones cualitativas de las cosas, dejando de lado e incluso ocultando las distintas relaciones y propiedades cuantitativas.

Aparte de los supuestos ontológicos, la propuesta contiene otro conjunto de supuestos semióticos derivados del uso de la teoría de códigos y la teoría de producción de signos de Umberto Eco. Aunque muchos de estos supuestos ya han sido definidos a lo largo del capítulo anterior y en la primera sección de este capítulo, hay dos de estos supuestos que conviene recalcar: primero, no existen signos 'naturales', las funciones semióticas siempre son producto de la convención y aún los signos icónicos son producto de la codificación de experiencias perceptivas previas, y segundo, todas las creaciones artísticas se apoyan sobre estructuras de la cultura ya establecida. Estos dos supuestos son sobre los que se apoya

fundamentalmente la idea de utilizar una base de codificaciones parciales como auxiliar, tanto para construir las representaciones visuales, como para decodificarlas.

3. Síntesis y conclusiones.

En el presente capítulo ha sido delineado un procedimiento que permite codificar y representar conocimiento no estructurado dentro de un sistema experto para resolver problemas que involucren ambigüedad. Para ello, delineamos primero de manera estructurada un procedimiento de codificación a través del arte basado en el *Tratado de semiótica general* de Umberto Eco (1).

Partiendo de este procedimiento de codificación artística, se definieron tres módulos necesarios para la codificación:

- a) Una interfaz con el usuario que permita el intercambio de imágenes y proposiciones semánticas y sintácticas entre la computadora y el usuario.
- b) Una base de datos donde se encuentren almacenado un conjunto de codificaciones parciales culturalmente aceptadas que permita simbolizar conceptos y proposiciones semánticas en términos de elementos y relaciones visuales (proposiciones sintácticas) y viceversa, así como hacer asociaciones entre distintas unidades semánticas.
- c) Un módulo que contenga un sistema sintáctico predefinido de formas, colores y relaciones visuales con el fin de disminuir la infinita complejidad potencial que tiene el medio visual y permitir el manejo de una base de códigos parciales, lo suficientemente completa para ser operativa y a la vez lo suficientemente pequeña para poder ser manejada por la computadora.

con base en estos tres módulos, que a su vez constituyen el módulo de codificación, se establece un procedimiento de codificación, en el cual interactúan computadora y usuario. A través de asociaciones parciales hechas a través de su base de códigos, la computadora sugiere distintos elementos y relaciones visuales para conformar la representación visual. Sin embargo, el papel del usuario es fundamental, pues es a través de su decisión final que son definidas de manera definitiva los elementos y relaciones visuales pertinentes. Para la decisión del usuario, se busca que la computadora brinde imágenes y palabras (por medio de los dos módulos de la interfaz del usuario) que permitan la interacción de los mecanismos perceptuales con los mecanismos conceptuales.

Definida la representación visual que constituirá en adelante el modelo del problema, se procede a una serie de interpretaciones parciales que van de lo general a lo particular, realizando interpretaciones cada vez más minuciosas pero supeditando éstas a las interpretaciones generales. De estas interpretaciones surge un conjunto de proposiciones semánticas concretas que constituyen un modelo semántico para una aplicación específica.

El módulo de codificación produce entonces: una representación visual capaz de soportar distintas interpretaciones y un modelo semántico específico producto de una interpretación. Y es a través de estos dos 'productos' que el módulo de codificación interactúa con los demás módulos del sistema experto. La representación visual interacciona con el usuario para apoyar la comunicación y para recibir retroalimentación de parte de éste. El modelo semántico es traducido al esquema de representación utilizado por la base de conocimientos y guardado para su utilización en un módulo de almacenamiento temporal dentro de ésta.

De este modo, el módulo de codificación permite, a través de un procedimiento estructurado y basado en mecanismos codificadores del arte visual, formar representaciones de sistemas ambiguos que pueden interactuar con sistemas expertos y de ese modo resolver problemas que involucren ambigüedad.

La razón por la cual no se definieron de manera más concreta, ni el sistema sintáctico ni los códigos que constituirían la base de codificaciones parciales, se debe a que estas definiciones deben estar basadas, para su correcto funcionamiento, en estudios mucho más completos y sólidos que abarquen estudios psicológicos y sociales. Antes de definir los códigos parciales de una cultura es necesario revisar un amplio número de estudios en áreas del conocimiento distintas, desde teoría del color y de la composición, hasta los estudios psicológicos sobre fenómenos de empatía y estudios antropológicos y sociales acerca de las respuestas culturales.

Sin embargo, a pesar de que para la aplicación práctica del procedimiento propuesto es necesaria aún la realización de estudios de magnitud considerable, el camino definido por la presente propuesta marca una vía importante para la solución de problemas complejos y para la integración, dentro de un sistema de cómputo, de los mecanismos racionales y perceptuales que constituyen la base de la inteligencia humana.

4. Bibliografía

1. Eco, U. (1991) *Tratado de semiótica general*. España: Editorial Lumen
- 2 Chandrasekaran, B.; Harayanan, N. H. & Iwasaki, Y. (1993) "Reasoning with Diagrammatic Representations, A Report on the Spring Symposium". *AI Magazine*. (Summer). pp. 49-56.

CONCLUSIONES GENERALES

1. Aportaciones del trabajo.

En un principio, el presente trabajo planteó la posibilidad de utilizar mecanismos metafóricos y formas visuales en la representación de conocimiento dentro de la inteligencia artificial, con el fin de poder manejar conocimiento ambiguo o poco estructurado. Sin embargo, antes de tratar de proponer soluciones, fue necesaria una investigación amplia en varios sentidos, abarcando áreas tan distintas como inteligencia artificial, psicología, neurociencias, sociología, lingüística, semiótica y teoría del arte, y desarrollando distintos temas a través de los cuales surgieron algunas aportaciones. Entre las aportaciones principales del trabajo se encuentran las siguientes:

1. Se realizó un resumen completo de los conceptos básicos que han dominado la inteligencia artificial a lo largo de su historia, haciendo explícitos los avances y obstáculos que han llevado a este campo a su problemática actual y a la necesidad de plantear nuevas formas de manejar el conocimiento. Así mismo fueron revisadas y resumidas algunas aplicaciones recientes que pretenden integrar sistemas computacionales 'inteligentes', con medios múltiples de comunicación visual.
2. Se integraron visiones de campos muy distintos, como la teoría del arte, la neurofisiología, la psicología, la sociología y la inteligencia artificial, para plantear desde un punto de vista más completo y global, la importancia de la percepción visual, de la metáfora y del arte visual (que conjunta los dos anteriores), en los procesos cognitivos.
3. Se hizo una revisión crítica de los principales esquemas de representación de conocimiento utilizados en inteligencia artificial. Analizando las principales limitaciones de cada uno de ellos y tratando de establecer aportaciones y carencias generales de los esquemas de representación utilizados hasta ahora. A partir de la identificación de estas limitaciones, se definieron algunas características deseables en futuros esquemas de representación que permitieran cubrir algunas de las carencias de los esquemas actuales.
4. Se hizo una revisión de los principales enfoques (presemióticos, semióticos y postsemióticos) que han analizado el arte como lenguaje comunicativo, para después, con una panorámica general, enfocarse en la revisión y análisis de una teoría semiótica capaz de explicar el funcionamiento semiótico de algunos elementos del arte. Al final de la revisión, fueron definidas las características fundamentales de los posibles códigos visuales.
5. Finalmente se planteó, a partir de una teoría semiótica coherente, un procedimiento estructurado de codificación a través del arte visual, para posteriormente, en base al mismo, definir los mecanismos y procedimientos necesarios para codificar dentro de un sistema experto conocimientos aún no bien estructurados culturalmente.

2. Limitaciones y perspectivas a futuro de la propuesta.

Aunque el procedimiento propuesto para codificar dentro de un sistema experto conocimiento no estructurado, está delineado a nivel general, requiere de estudios completos para la definición concreta de dos de sus componentes principales. En efecto, tanto la base de codificaciones parciales como la definición del sistema sintáctico, requieren estudios completos y multidisciplinarios acerca de códigos y respuestas culturales; de la influencia de las distintas categorías visuales sobre los estados de ánimo, manera de pensar, etc.; de la dependencia de las metáforas con respecto a las circunstancias y contextos culturales; etc.

Sin embargo, hoy en día aparece cada vez de manera más clara, la necesidad de este tipo de estudios multidisciplinarios para casi cualquier área del conocimiento. Sobre todo, las últimas tendencias en el desarrollo de sistemas de cómputo 'inteligentes', han optado por ahondar en campos antes considerados como totalmente ajenos; los numerosos estudios sobre procesos de razonamiento analógico y metafórico, los nuevos congresos enfocados al estudio del razonamiento a través de representaciones diagramáticas y al desarrollo de interfaces multimedia inteligentes que tratan de integrar las técnicas de la inteligencia artificial con las técnicas de comunicación visual, son prueba de ello. Tanto es cierto que todas las áreas del conocimiento, el arte entre ellas, están cada vez más influenciadas por el uso de las computadoras, como lo es que las ciencias computacionales están cada vez más influenciadas por el arte y por otras tantas disciplinas.

Cabría esperar el desarrollo futuro de herramientas cada vez más complejas que integren, a la manera que lo hace el hombre, formas totalmente distintas de pensar e inteligir; herramientas que integren configuraciones y modelos visuales, creencias, suposiciones, distintos procesos de razonamiento y percepciones cada vez más segmentadas y complejas para resolver nuestros problemas; pero mejor dejemos de esperar y comencemos a divertirnos con esta mezcla desordenada de todo con todo.

BIBLIOGRAFIA GENERAL.

- Anderson, J. R. (1990) "A Theory of the Origins of Knowledge". Machine Learning, Paradigms and Methods. Edited by Jaime Carbonell, pp. 313-348
- Arnheim, R. (1986) *El pensamiento visual*. España: Editorial Paidós
- Calabrese, O. (1987) *El lenguaje del arte*. España: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Crick, F. & Koch, C. (1992) "The Problem of Consciousness". Scientific American, Mind and Brain Special Issue (September) pp. 110-117
- Croce, B. (1991) "La intuición y el arte (extraído de *Estética como ciencia de la expresión y lingüística general*)". *Antología, Textos de estética y teoría del arte*. México: UNAM
- Chandrasekaran, B.; Harayanan, N. H. & Iwasaki, Y. (1993) "Reasoning with Diagrammatic Representations, A Report on the Spring Symposium". AI Magazine. (Summer). pp. 49-56.
- Damasio, A. R. & Damasio, H. (1992) "Brain and Language". Scientific American, Mind and Brain Special Issue (September) pp. 63-71
- Davidoff L.L. (1984) *Introducción a la psicología*. México: Mc Graw-Hill
- Davis, R.; Shrobe, H. & Szolovits P. (1993) "What Is a Knowledge Representation?". AI Magazine. (Spring). pp. 17-33
- Eco, U. (1991) *Tratado de semiótica general*. España: Editorial Lumen
- Gadamer, H. G. (1991) *La actualidad de lo bello*. España: Ediciones Paidós
- Gardner, H. (1988) *La nueva ciencia de la mente, Historia de la revolución cognitiva*. España: Editorial Paidós
- Glinert, E. P. Blattner, M. M. & Frerking, C. J. (1991) "Visual Tools and Languages: Directions for the 90's". IEEE (August) pp. 89-95
- Goldman-Rakic, P. S. (1992) "Working Memory and the Mind". Scientific American, Mind and Brain Special Issue (September) pp. 72-79
- Goldschmidt, G. (?) "Visual clues: tacit information processing via sketching". pp. 203-207
- Gombrich, E. H.; Hochberg, J. & Black M. (1993) *Arte, percepción y realidad*. España: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Hegel, G. W. F. (1991) "Necesidad y fin del arte (extraído de *De lo bello y sus formas (Estética)*)". *Antología, Textos de estética y teoría del arte*. México: UNAM
- Knapp, M. L. (1991) *La comunicación no verbal, el cuerpo y el entorno*. México: Editorial Paidós

- Lenat, D. B. (1978) "The Ubiquity of Discovery". *Artificial Intelligence* 9. pp. 257-285
- Lessing, G.E. (1991) "Los límites de la poesía y la pintura". *Antología, Textos de estética y teoría del arte*. México: UNAM
- López, M. & Castañeda, S. (1993) "Las arquitecturas de la cognición y el procesamiento de la imagen". *Imágenes de los Primates a la Inteligencia Artificial*. México: UNAM-IIS
- López, M. & Castañeda S. (1993) "Inducción y empleo de la imagen como recurso instruccional". *Imágenes de los Primates a la Inteligencia Artificial*. México: UNAM-IIS
- Lukács, G. (1966) *Problemas del realismo*. México: Fondo de Cultura Económica
- Maritain, J. (1991) "La virtud del arte". *Antología, Textos de estética y teoría del arte*. México: UNAM
- Marr, D. (1977) "Artificial Intelligence - A Personal View". *Artificial Intelligence* 9. pp. 37-48
- Maybury, M. T. (1992) "Intelligent Multimedia Interfaces". *AI Magazine*. (Summer). pp. 35-37
- Olea O. (1977) *Configuración de un modelo axiológico para la crítica de arte*. México: UNAM
- Racionero, L. (1987) *Arte y Ciencia*. España: Editorial Laia
- Read, H. (1967) *Orígenes de la forma en el arte*. Argentina: Editorial Proyección.
- Rich, E. & Knight (1991) *Artificial Intelligence*. EUA: International Edition
- Sánchez Vázquez, A. (1984) *Estética y marxismo, tomo I*. México: Editorial Era.
- Sánchez Vázquez, A. (1992) *Invitación a la estética*. México: Editorial Grijalbo.
- Schank, R. (1991) "Where's the AI?". *AI Magazine*. (Winter). pp. 38 - 49
- Sowa, J. F. (1984) *Conceptual Structures, information processing in mind and machine*. EUA: Addison-Wesley Publishing Company Inc.
- Swann, P. (1992) "Neurons, Perception, and Communication (a review of the book: Images and Understanding: Thoughts about Images, Ideas about Understanding, H. Barlow, C. Blakemore, and M. Weston-Smith)". *AI Magazine*. (Summer). pp. 97-102
- Tirado, F. (1993) "La imagen como recurso educativo". *Imágenes de los Primates a la Inteligencia Artificial*. México: UNAM-IIS
- Vattimo, G. (1990) *Introducción a Heidegger*. México: Editorial Gedisa
- Way, E. C. (1991) *Knowledge representation and metaphor*. Holanda: Kluwer Academic Publishers
- Zeki, S. (1992) "The Visual Image in Mind and Brain". *Scientific American, Mind and Brain Special Issue* (September) pp. 43-50