

REVISTA CINE, IMAGEN Y CIENCIA



# REVISTA CINE, IMAGEN, CIENCIA

REVISTACINEIMAGENCIENCIA.ES

VOL 1. (JULIO-DICIEMBRE, 2017)

PUBLICACIONES ICONO 14



## ÍNDICE

Editorial	12
Francisco García García y Jose Luis Rubio-Tamayo	12
La imagen y la creación científica	13
José Luis Piñuel Raigada (UCM)	13
El artículo audiovisual para la difusión científica	38
Francisco García García	38
María Jesús Rosado Millán	38
Ciencia y discursos multimodales: el papel de la visualización	56
Pilar Lacasa	56
Rut Martínez-Borda	56
Tecnologías de Realidad Virtual y Aumentada como Medios Emergentes para la Divulgación y Comunicación de la Ciencia: Procesamiento y Representación de la Información	88
Jose Luis Rubio-Tamayo	88
Los orígenes del cine y su relación con la ciencia. De la máquina a la pantalla, la incorporación del sonido y su evolución hasta la consolidación de géneros	103
Ana Julia Gómez	103
Paloma López-Villafranca	103
Francisco Griñán	103
Evolución de los formatos cinematográficos y revolución en las técnicas narrativas. La tecnología al servicio del discurso científico	121
María-Nieves Corral-Rey	121
María-Jesús Ruiz-Muñoz	121
Francisco-Javier Ruiz-del-Olmo	121
La Tragedia en la ciencia expuesta a través de la película <i>Interstellar</i>	131
Francisco José Gil Ruiz	131

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
 revistacineimagenciencia.es



Avances científicos y tecnológicos en la consolidación del cine como medio de expresión.	152
Ernesto Taborda-Hernández	152
El reto de la divulgación en ciencia básica: modelo de exposición interactiva	179
Alicia S. Arroyo	179
3D, 360 Grados y Periodismo Inmersivo. La influencia de la innovación tecnológica en la representación documental y el lenguaje audiovisual	195
Rafael Marfil-Carmona	195
Innovación Tecnológica, Científica y Nuevos Consumidores.	215
Hacia un Nuevo Paradigma en Creación Audiovisual	215
Juan Carlos Gaudi	215
Visiones de lo invisible: La fotografía científica del siglo XIX y su importancia en la configuración epistemológica de la imagen en la cultura contemporánea.	239
Ricardo Guixà Frutos	239



# La imagen y la creación científica

José Luis Piñuel Raigada (UCM)

pinuel@ucm.es

## Resumen

Los términos de *imagen* y de *creación* referidos a la ciencia remiten a un ámbito o forma de expresión, por una parte, y a una clase o género de conocimiento socialmente disponible y legitimado, por otra. Como expresión, la imagen se distingue de otras formas sensoriales de representar algo, por establecer semejanzas graduables entre estímulos sensoriales del *significante* y del *significado*, y que Abraham Moles propuso denominar *escalas de iconicidad*. Como conocimiento socialmente disponible y legitimado, la ciencia se distingue de otras formas mentales de saber hacer algo, por establecer la existencia de pruebas como garantía de las correspondencias entre saber y hacer. Este planteamiento que aquí se desarrolla permite examinar cómo evolucionan las formas sensoriales de representar algo mediante imágenes y las formas mentales de confiar en las pruebas para saber hacer algo. Y el examen conduce a descubrir que esta evolución es recíproca porque la inteligencia humana es una actividad que opera mediante procesos estocásticos que a lo largo del tiempo van articulando estructuras de estimulación sensorial (formas perceptivas) y estructuras de registro (memoria) que se equilibran genéticamente estableciendo anticipaciones que pueden cumplirse o no si colectivamente llegan a ser compartidas.

## Palabras clave

*Imagen, iconicidad, conocimiento, ciencia, cambio social.*

## Teoría y epistemología de la comunicación científica.

El contexto al que se puede remitir el pensamiento que aquí se desarrolla podría ser denominado “Teoría y epistemología de la comunicación científica” porque con este rótulo se cuestiona la validez del conocimiento compartido para explicar tanto la producción como el producto del saber científico destinado a ser legitimado socialmente como *Ciencia*.

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
revistacineimagenciencia.es



O dicho de otra manera: si la *Ciencia* puede ser considerada un saber socialmente seguro para representar aquello que se puede hacer con la garantía probada de alcanzar exitosamente un objetivo, el requisito previo e incuestionable es hacer que aquellas representaciones sean socialmente compartidas, y saber hacer esto es el objetivo de la comunicación científica, es decir, de la comunicación de los saberes científicos.

Como es sabido, el pensamiento existe si el pensante utiliza elementos expresivos (simbólicos) para construir una representación o idea de las cosas tangibles o intangibles de la supuesta realidad, aunque esto no quiere decir que cada vez que pensamos, cada vez que elaboramos una idea, un argumento o un juicio, estemos comunicando. En este sentido, para hacer una reflexión no es necesaria la presencia de una interacción comunicativa con otra(s) persona(s). El que piensa no demanda la ayuda de otro para reflexionar, aunque sí precise servirse de elementos simbólicos, como las destrezas aprendidas de una lengua (código expresivo), para realizar dicha operación cognitiva. Como diría Abraham Moles (1978, 307) “el pensamiento del hombre es, entre otros factores, el producto de su palabra; la idea es posterior a los términos que la expresan, la palabra es provista por la sociedad como un recipiente más o menos vacío que el individuo debe llenar”. Ahora bien, la experiencia cotidiana nos demuestra que no siempre “se piensa lo que se dice” y que muchas veces “se habla sin pensar”. En este caso, “pensar” no significa simplemente disponer de representaciones mentales, sino reflexionar, es decir, activar una representación mental sobre las representaciones activadas para actuar, y luego controlar la representación inicial mediante ésta segunda representación. Reflexionar, por consiguiente, es siempre una operación que se denomina “de segundo orden”. Reflexionar es un verbo que procede de *reflectere*, que en latín significa “volver hacia atrás”. “Hablar sin pensar” alude a no operar con reflexión, ya que éste “volver hacia atrás” permite poder elegir, en el caso de la comunicación, la mejor expresión de las disponibles. Y este es un problema permanente para los filósofos. Ellos lo han llamado siempre “dar con la verdad”: cuando la verdad o falsedad es sólo achacable a la expresión, se trata de la *verdad formal*, porque siempre está referida a la forma de la expresión; cuando la verdad o falsedad es sólo achacable a la representación mental mejor elegida, se trata de la *verdad material*, porque entonces el problema sería que la representación seleccionada carece de la confianza del conocimiento socialmente disponible. Confianza viene del latino *confidāre*, cuyo significado tiene que ver con “esperar con firmeza y seguridad” y el problema de decidir cómo confiar en el “conocimiento socialmente compartido” ha sido siempre el problema de los filósofos: conocer el procedimiento utilizado para construir el conocimiento socialmente compartido que sustenta aquella “firmeza y seguridad” en lo que se puede creer.

Inicialmente fueron los mitos los que sustentaban esta firmeza, pero en occidente fueron las ciencias desde la cultura griega. La epistemología es hoy la ciencia que estudia la

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
revistacineimagenciencia.es



correcta manera de conocer, y se interesa por la clasificación, los métodos y los principios del conocimiento de las demás ciencias respecto a sus propios objetos de estudio. Para entender mejor a esta “ciencia de las ciencias”, “saber de saberes” o “teoría del conocimiento” podríamos decir que mientras las ciencias buscan conocer algo sabiendo cómo hacerlo, la epistemología busca conocer el procedimiento utilizado por las ciencias para llegar a conseguir sus resultados.

Las creencias o ideas compartidas pueden estar fundamentadas en una conformidad derivada de actitudes sólo generadoras de confianza ingenua, o bien derivada de una confianza socialmente atribuida a una forma de expresarlas: el *mito* (narraciones cosmogónicas o “que explican el origen de la sociedad”) o la *ciencia* (cuyas leyes formales se exige sean sometidas empíricamente a examen de validez). Considerando un devenir temporal de gran escala, podemos supuestamente imaginar uno de los primeros ejercicios de pensamiento llevado a cabo por el sujeto genérico (o en sociedad) elaborando un discurso que diera confianza para entender aquello que más le preocupaba, que más le interesaba, o que más le merecían la pena convertir en los primeros objetos de conocimiento seguro: los ciclos vitales de la luz y la oscuridad, del frío y el calor, de la vida y la muerte, etc. La representación establecida en aquellos incipientes procesos discursivos darían origen tanto a los mitos como muy posteriormente a las ciencias, en la búsqueda del “saber seguro”.

El mito se expresa mediante las narraciones y relatos cuya veracidad se establece por fe, y cuyo sostenimiento se impone por una autoridad que dicta la confianza en lo que se cree. El conocimiento alegórico mítico alimenta y tranquiliza a los sujetos, recubriendo con relatos admirables y extraordinarios las angustias motivadas por la impotencia de la imprevisibilidad ante las fuerzas de la naturaleza. El mito es incuestionable e inatacable en sus argumentos. Todo aquel que lo utiliza para entender lo que pasa en el entorno, lo acata como si de una ley universal se tratara.

La Ciencia, por su parte, sitúa su garantía abundando en la viabilidad de una demostración, de una prueba, haciendo corresponder la consistencia formal (sin contradicciones) de las representaciones elaboradas por deducción al operar con expresiones, y la consistencia provisional (inducción) de las representaciones derivadas de las experiencias materiales puestas en práctica. El conocimiento científico (del que se sabe cuáles son sus condiciones para que sea verdadero, pero del que siempre se tiene la certeza de ser falso cuando así se demuestra) se separa de quien lo piensa, y por lo tanto se comparte como un saber aceptable por todos. Quien sabe utilizarlo para entender lo que pasa en el entorno, no lo acepta como algo dogmático, sino que lo cuestiona, lo relativiza, le pone objeciones. El conocimiento científico, pues, no se estaciona en el tiempo como algo estático, sino más bien tiene la cualidad biodegradable de cambiar y ajustarse a los cambios.

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
revistacineimagenciencia.es



El conocimiento, ya sea mítico o científico, siempre apunta a una aplicación, a un “saber hacer”, capaz de ponerse en práctica manipulando y transformando los materiales al alcance de la mano, interviniendo en el entorno para dominarlo. El éxito que en ambos casos garantiza la confianza o la seguridad del conocimiento compartido, se atribuye precisamente al proceso incesante de poner en práctica lo que provisionalmente se cree y de comprobar su mejoramiento. En el dominio del conocimiento mítico el *saber* se aplica al *hacer* que se fija por la puesta en escena de los ritos y cuando se cuestionan prácticas no exitosas, se le echa la culpa al “no saber hacer” (errores o fallos del ritual) y nunca se le achacan a la expresión (falsa, o engañosa, o errónea), sino sólo a su interpretación, imponiéndose entonces la autoridad del “sacerdote” que fija las interpretaciones, y como consecuencia la vigilancia de los rituales. Mientras que en el dominio de las ciencias, la revisión del éxito o el fracaso de las aplicaciones, no se impone por autoridad sino por análisis; las prácticas no exitosas o fracasadas pueden imputar el “no saber hacer” a un problema de procedimiento tanto formal como material: si atañe a la forma del procedimiento, se trata del error; si el procedimiento no demuestra errores, hay que achacar su fracaso al “no saber”, en cuyo caso la revisión le compete a las teorías (leyes científicas) y se declara formal y materialmente una falsedad que sólo a las teorías les es imputable. Por consiguiente, la confianza en las prácticas seguras del rito reposa en la vigilancia sobre su ejecución (cumplimiento de los rituales) o en la interpretación del mito (dogma o teología) en ambos casos avalada por la autoridad de los sacerdotes. Mientras que la confianza en las prácticas seguras de la aplicación técnica del saber científico reposa sobre el cuidado del procedimiento por evitar errores de ejecución (tecnología) o en la revisión de las leyes científicas (epistemología). La autoridad científica, curiosamente, sólo se sostiene socialmente si se avalan errores y falsedades, y nunca si se imponen verdades absolutas.

Según se resume en el Cuadro 1, la expresión del saber mítico se manifiesta, pues, por relatos y se aplica en la práctica mediante ritos; la expresión del saber científico se formula mediante leyes y se pone en práctica mediante técnicas; la revisión del saber mítico es un asunto de interpretación teológica y la revisión de sus aplicaciones depende de la vigilancia del buen cumplimiento de rituales; la revisión del saber científico es un problema de la epistemología y la revisión de sus aplicaciones se le confía a la tecnología; la autoridad competente para dictar la verdad del saber mítico y del hacer ritual la reclaman los sacerdotes; la autoridad competente para establecer, no la verdad, sino la falsedad demostrada de leyes científicas o el error demostrado de sus técnicas de aplicación, se le confía a los investigadores científicos. Para los sacerdotes la verdad es inmutable, para los científicos, sólo es inmutable el error o la falsedad.



Cuadro 1. Expresión y revisión del saber hacer según los patrones culturales del mito y de la Ciencia

	MITO		CIENCIA	
	<i>Saber</i>	<i>Hacer</i>	<i>Saber</i>	<i>Hacer</i>
<b>Expresión:</b>	Narración mítica	Rito	Ley científica	Técnica
<b>Revisión:</b>	Teología	Ritual	Epistemología	Tecnología
<b>AUTORIDAD:</b>	SACERDOTES		INVESTIGADORES CIENTÍFICOS	
Fuente: Piñuel J.L. y Lozano Ascencio (2006, 178)				

Sin embargo, al buscar la inteligibilidad y el conocimiento seguro del acontecer, muchas veces se hace un uso mítico del conocimientos científicos, y otras, la tecnología da lugar a rituales. Casos ilustrativos del uso mítico de conocimientos científicos lo proporciona la *ufología* en el cine, cuyos relatos de origen proceden de avances científicos y tecnológicos sobre la vida extraterrestre (*ufología*: término procedente del inglés *ufology*, palabra formada a partir de las siglas UFO, *Unidentified Flying Object*, en español "OVNI" por 'Objeto Volador No Identificado'). Y un caso ilustrativo de tecnologías que se convierten en rituales, es el que se acompaña en ciertas prácticas sanitarias llevadas a cabo por mucha gente que desconoce la base científica de las técnicas prescritas por especialistas en las vacunaciones, en las dietas anti obesidad, en las terapias farmacológicas contra infecciones, etcétera. En cualquier caso, la *expresión* del conocimiento disponible, y su *revisión* cuando es cuestionado, comienza y termina poniendo a prueba la comunicación de la ciencia y su metodología, pues a la postre el "saber hacer" que caracteriza las diferentes *culturas* y su evolución, se reproduce por la práctica social de la comunicación.

## Aproximación a una visión genética de desarrollo de la expresión icónica para la comunicación del "saber hacer"

Cuando se habla de "*cultura*" de las sociedades, acostumbramos a entender el cultivo colectivo de saberes y de prácticas seguros para mantener la reproducción social (orden que facilita la existencia en grupo y su permanencia como grupo), no la reproducción biológica (orden que brinda la eficacia de los acoplamientos para la concepción y sostén de nuevos seres vivos). Ciertamente este cultivo colectivo requiere algún "almacenamiento" de datos que no fue inicialmente material sino mental, puesto que saberes y prácticas se transmitían oralmente de generación en generación confiando su mantenimiento en el ejercicio de la memoria de los sujetos, razón por la cual todos los saberes y procedimientos prácticos se expresaban en verso para facilitar mejor su memorización.

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
 revistacineimagenciencia.es



Pero a partir de la invención de la escritura, este “almacenamiento” comenzó a registrarse en soportes materiales no corporales.

Reparando en las expresiones gráficas del “saber hacer”, la progresiva independencia entre configuraciones holísticas de las primeras expresiones de la oralidad y las actuaciones (por ejemplo, manipulando piedras en cooperación, para hacerlas más eficaces como armas, o para hacerlas más eficaces al descuartizar una presa, etc.) facilitarían al hombre paleolítico operar con la reversibilidad, es decir, ensayar a componer y descomponer expresiones y actuaciones de manera independiente. O, dicho de otra manera: cuanto mejor se aprende a manipular herramientas (reversibilidad de actuaciones), mejor se aprende a operar con las expresiones que concitasen la cooperación y la lógica de la expresión y viceversa. El éxito de la actuación y la cooperación presiona eficazmente en la composición y descomposición de expresiones, de forma que es la versatilidad de la mano la que genera la versatilidad de las representaciones asociadas a la división y descomposición de expresiones; por ejemplo, es de todos sabido que la operación de contar, enumerar, siempre comenzó a realizarse o sobre base cinco o sobre base diez, lo que induce a pensar que fue el gesto de ir abriendo los dedos de una mano cerrada, lo que facilitó universalmente la primera abstracción de número.

Ahora bien, este aprendizaje sería lento y sinuoso y siempre se acompañaría de la puesta en escena (actuación interpretada para transmitir la destreza corporal) de la reversibilidad de expresiones e interacciones (cambiar de situaciones o volver a retomarlas desde un anterior juego de cooperación). Al estadio en que a la expresión holística le acompaña el correlato de la actuación, o de las actividades reales de cooperación a las que las expresiones corporales se refieren, lo denominó Piaget (1985) “estadio de las operaciones concretas” que en la ontogénesis es el estadio más dilatado en la biografía infantil. Y si se acepta la opinión generalizada hoy día de que en la ontogénesis se reproduce la socio génesis, este estadio de las operaciones concretas correspondería en la socio-génesis a la abstracción paleolítica, hasta que trescientos siglos más tarde, en el neolítico, se accede al estadio superior llamado “estadio de las operaciones formales” que le abren paso a la destreza de la escritura (cf. Piñuel JL. y Lozano, C. 2006).

Efectivamente, componer y descomponer expresiones y actuaciones es una actividad que se potencia enormemente con la adquisición de las destrezas gráficas. Con los primeros dibujos tanto en el paleolítico como en la infancia, se comienza a disociar expresión material y su operación correspondiente (secuencia temporal y distribución espacial del trazo de la mano sobre la superficie que sirva de soporte) frente a la activación de representaciones (“un bisonte para ser cazado, descuartizado y comido” o bien “papá, mamá con el sol de día”). La lógica de las expresiones y la lógica de las operaciones comienzan a diferenciarse y, a su vez, a integrarse en esquemas de orden superior: no son

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
revistacineimagenciencia.es



del mismo orden las operaciones con la expresión del dibujo (trazo parecido al objeto representado), que las operaciones, más tarde, de la escritura ideográfica y jeroglífica (trazo más estilizado y articulado secuencialmente con representaciones asociadas a su vez a representaciones de los objetos, o después asociadas al “sonar” de su nombre) y aún muchísimo más tarde, de la escritura fonética y alfabética (golpes de voz, palabras y letras, cuya similaridad con las representaciones icónicas ha desaparecido), o que las operaciones, finalmente, con los números. Por consiguiente, la lógica de la actuación cooperativa más eficaz lleva a depurar la lógica de la expresión interactiva más eficaz, y a su vez, el desarrollo de la lógica de la expresión más eficaz (del dibujo a la escritura) que lleva al desarrollo progresivo y silencioso de la abstracción.

Con el paso del tiempo y como consecuencia de la acumulación de registros materiales, se presentaron tres problemas que históricamente tuvieron que ser afrontados. El primero, la salvaguarda de los registros (rollos, libros, mapas, calendarios, archivos, etc.); el segundo, el mantenimiento no sólo físico, sino también mental de sus fondos: saber clasificarlos, interpretarlos, ponerlos a disposición de los interesados, etc.; y el tercero, la explotación de la sabiduría archivada para generar nuevos conocimientos y nuevas obras. El “cultivo” de este saber se convierte en una tarea para la que se especializan determinados estamentos sociales: en consonancia con la evolución del conocimiento colectivo y de sus garantías de seguridad, el estamento social que primero se especializa en este cultivo es el sacerdotal. Sólo en aquellas sociedades donde surge la ciencia, como en la antigua Grecia, el “cultivo del saber” pasa a manos de los filósofos, pero sólo de aquel saber progresivamente desgajado del mito. Alternativamente, quienes detentan el Poder en las sociedades (porque son propietarios de vidas y haciendas) reclaman su autoridad o basándose en la religión o basándose en la ciencia; y encargan la salvaguarda, el mantenimiento, y la explotación de la sabiduría archivada, o a los sacerdotes o a los filósofos. A medida que el progreso económico resulta más exitoso por obra de la técnica y las tecnologías, y que éstas sólo pueden revisarse sobre la base del saber científico, pierden prerrogativas sociales los sacerdotes, los cuales no lo aceptan fácilmente. Científicos y sacerdotes sólo pueden perpetuar la confianza y la excelencia de sus respectivos saberes, en la medida que incrementen el número de sus seguidores, y ambos estamentos comienzan a disputarse la técnica para la difusión cuanto más masiva mejor de su capital cultural: un caso paradigmático fue lo que ocurrió tras la eclosión de la producción artesanal y posteriormente industrial de la imprenta, que dio lugar a que disputándose esta competencia hegemónica entre sacerdotes y científicos los libros más editados fuesen la Biblia y la Enciclopedia.

Pero esta competencia por alcanzar la hegemonía intelectual adquiere rumbos opuestos entre mito y ciencia según la dirección a que, para la difusión de conocimientos, apuntan las expresiones comunicativas al asociar estímulos sensoriales *significantes* y sus

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
 revistacineimagenciencia.es



*significados* mentales, y que Abraham Moles (1981, 101) propuso denominar *escalas de iconicidad*, que Joan Costa (2004) editó como se ilustra en el Cuadro 2. Así, si nos proponemos ilustrar cómo las revisiones de las expresiones comunicativas propias del conocimiento mítico apuntan al extremo más convencional (grado cero de la iconicidad), sus expresiones se condensan en *símbolos* cuya interpretación necesariamente se apoya sobre discursos narrativos: por ejemplo la cruz entre los cristianos, la media luna creciente entre los musulmanes y su estrella tartésica, o la estrella de cinco puntas de los judíos, etc. Y cómo, en el otro extremo (grado máximo de iconicidad), el conocimiento mítico recurre a condensar su expresividad en la reproducción que los rituales hacen de los mitos, mediante la escenificación litúrgica o puesta en escena de las secuencias narrativas que los mitos relatan y que los ritos eficazmente reviven. Por el contrario, el conocimiento científico apunta al grado cero o extremo más convencional y menos icónico de la expresión del *saber*, recurriendo a algoritmos matemáticos cuyo unívoco y universal código abstracto resulta verbalizable mediante las expresiones propias de las lenguas naturales funcionando como *metalenguajes* (lenguajes sobre lenguaje), como es el caso de la fórmula  $E=mc^2$  para expresar la equivalencia entre la masa y la energía dada por la expresión de la teoría de la relatividad de Einstein; y alcanzan el grado máximo de iconicidad haciendo que los propios objetos de conocimiento se conviertan en el ejemplar que sirve para mostrar una clase o categoría abstracta, a la cual materialmente encarnan, como es el caso en las exposiciones científicas, donde v.g. un mineral, un fósil, una planta o un compuesto químico sirve para ilustrar la categoría que ejemplifican.



*Cuadro 2. Escalas de iconicidad decreciente, propuestas por Abraham Moles*

Cuanto más icónica es una imagen, más tiende a confundirse con la realidad; cuanto mayor es su abstracción, mayor es el papel que desempeñan en su construcción las convenciones arbitrarias. Una imagen perfectamente abstracta deja de ser una imagen y pasa a ser, por ejemplo, una denominación lingüística o, llevando el ejemplo al límite, la cifra de identificación de un objeto en un catálogo.

La escala que se representa en el cuadro, sitúa, las categorías de imágenes que normalmente conocemos, en un eje dividido en doce intervalos. Al principio se encuentra la figuratividad o la iconicidad total. La abstracción máxima, por el contrario, se encuentra en las antípodas: sería la designación algebraica. El mundo de los esquemas se inicia débilmente en el grado 7 de la escala, y crece en abstracción entre los grados 5 al 0.

Clase	Definición	Criterio	Ejemplos
12	El propio objeto para designarse como especie.	Eventual colocación entre paréntesis en el sentido de Husserl.	El objeto en el escaparate de la tienda. La exposición.
11	Modelo bi o tridimensional a escala.	Colores y materiales arbitrarios.	Muestrarios fácticos.
10	Representación bi o tridimensional reducida o aumentada. Representación anamorfoseada.	Colores o materiales elegidos de acuerdo con criterios lógicos.	Mapas en tres dimensiones: globo terráqueo, mapa geológico.
9	La fotografía industrial o la proyección realista sobre un plano.	Proyección perspectiva rigurosa; matices tonales, sombras.	Catálogos ilustrados.
8	Dibujo o fotografía del tipo llamado "recordado" (operación visual del universal aristotélico). Perfiles en diseño.	Criterios de continuidad del contorno y de cierre de la forma.	Catálogos de venta por correspondencia. Prospectos. Fotografías técnicas.
7	Esquema anatómico o de construcción.	Apertura del carácter o de la envoltura. Respeto de la topografía arbitraria de los valores. Cuantificación de los elementos y simplificación.	Sección anatómica. Sección de un motor de explosión. Esquema del cableado de un receptor de radio. Mapa geográfico.
6	Vista de "despiece".	Disposición perspectiva artificial de las piezas de acuerdo con sus relaciones topológicas de vecindad.	Objetos técnicos en los manuales de montaje o de reparación.
5	Esquema de "principio" (eléctrico o electrónico).	Sustitución de los elementos por símbolos normalizados. Paso de la topografía a la topología. Geometrización.	Plano esquematizado de la red de metro. Esquema de cableado de un receptor de TV.
4	Organigrama o Bloque esquema de programa del ordenador.	Los elementos son cajas negras funcionales, relacionadas mediante conexiones lógicas. Análisis de las funciones lógicas.	Organigrama de una empresa. Serie de operaciones químicas.
3	Esquema de formulación.	Relación lógica y no topológica, en un espacio no geométrico, entre elementos abstractos. Las relaciones son simbólicas. Todos los elementos son visibles.	Formulas químicas desarrolladas. Sociogramas.
2	Esquemas en espacios complejos.	Combinación en un mismo espacio de representación, de elementos esquemáticos (flecha, recta, plano, objeto) pertenecientes a diferentes sistemas.	Fuerzas y posiciones geométricas en una estructura metálica. Esquemas de estadística gráfica.
1	Esquema de vectores en los espacios puramente abstractos.	Representación gráfica en un espacio métrico abstracto de relaciones entre magnitudes vectoriales.	Magnitudes vectoriales en electrónica. Triángulo de las vocales.
0	Descripción en palabras normalizadas o en formulas algebraicas. X = ...	Signos puramente abstractos sin conexión imaginable con el significado.	Ecuaciones y fórmulas. Textos.

COSTA, Joan. *La Esquemática. Visualizar la información*. Barcelona, Paidós. 2003.

Y entre ambos extremos Abraham Moles estableció, pues, hasta 12 rangos o escalas de iconicidad decreciente proponiendo criterios en la selección cada vez más alejada de sus

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
 revistacineimageneciencia.es



componentes sensoriales y cada vez más próximos de códigos convencionales abstractos. Y ello sin hacer distinción si para expresiones del conocimiento mítico o del conocimiento científico, es decir, si el conocimiento es seguro porque se interpreta aquello en lo que se cree (mito) o es seguro porque se cuestiona y se puede someter a prueba lo que se sabe hacer (ciencia). Además, tomando sólo en cuenta imágenes fijas, sonoras y visuales, pero no imágenes en movimiento.

También un planteamiento como este puede ser desarrollado de otra forma por agrupación diferente de similares criterios, desde los más alejados de convencionalismos abstractos hasta lo más próximo a ellos, tal como propuso Robert Estivals (2002) sobre el elaborado por Moles (Cuadro 3)



Cuadro 3: Escala de esquematización Icónica (R. Estivals) versus Escala de Iconicidad Decreciente (Moles)

ROBERT ESTIVALS		ABRAHAM MOLES	
Escala de Esquematización Icónica		Escala de Iconicidad Decreciente	
Grado 1	Objeto o fenómeno tal como se percibe  VER	Grado 12	Aislamiento del objeto real
		Grado 11	Reproducción tridimensional a escala
		Grado 10	Reproducción tridimensional reducida o aumentada
		Grado 9	Reproducción fotográfica bidimensional
Grado 2	Mostrar el objeto o fenómeno y su estructura VER Y COMPRENDER	Grado 8	Dibujo o fotografía recortada
		Grado 7	Esquema anatómico de construcción
		Grado 6	Vista de <<despiece>>
Grado 3	Mostrar la estructura u organización sin mostrar el objeto o fenómeno  CONOCER	Grado 5	Esquema, sustitución de los elementos por símbolos (convencionales)
		Grado 4	Organigrama o esquema de bloques
Grado 4	Explicar sintéticamente y teóricamente la estructura del objeto  NECESIDAD TEÓRICA Y GLOBAL	Grado 3	Esquema de formulación (uso en las ciencias exactas, naturales, sociales etc.)
		Grado 2	Esquema en espacios complejos (relación de fuerza y posiciones)
		Grado 1	Esquema en espacios abstractos (gráficos vectoriales etc.)
Grado 5	Explicar analíticamente la estructura.  Intervención del lenguaje escrito necesario para que el lector comprenda adecuadamente el contenido.  COMPRENSIÓN MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DEL LENGUAJE ESCRITO Y LA ESQUEMÁTICA	Grado 0	Descripción en palabras normalizadas, fórmulas algebraicas.

Es de resaltar que la propuesta de Estivals parte de dar por supuesto que las operaciones cognitivas al *ver* e *identificar* algún objeto, coinciden como punto de arranque desde el cual se añaden otras operaciones progresivamente más complejas, a medida que se van

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
revistacineimagenciencia.es



involucrándole objetivos a las representaciones. Pero ya los *gestaltistas* pusieron de manifiesto la distinción entre las operaciones de *ver* e *identificar*, al mostrar numerosos ejemplos como el que aparece en la Imagen 1. Además, *ver* e *identificar* no sólo son operaciones distintas, sino que también requieren un previo capital cognitivo de registros mentales que contenga categorías de figuras y de objetos asociados por sus formas perceptivas posibles. Por ejemplo, sin registros mentales de lo que es una gargantilla como adorno en el cuello, o un tipo de tocado en la cabeza rematado por una especie de pluma, fallan las operaciones de distinguir una joven cuyo rostro se ve de espaldas, o una anciana cuyo rostro se ve en primer plano. Se ve lo que se puede identificar, pero no puede ser identificado visualmente algo que no está contenido en repertorios mentales.

*Imagen 1. Figuras de doble identificación perceptiva: perfiles alternativos de una joven y de una anciana*



El resto de grados de *esquemmatización* que Estivals hace corresponder con los grados de *iconicidad* decreciente de Moles, vienen a confirmar lo anterior, en la medida que se va asumiendo como objetivo *hacer ver* (esquemática) registros mentales posibles, procedentes de lo que se *sabe* (conocer), o de lo que se anticipa en virtud de experiencias contrastadas del *saber hacer* (teorías), o bien de lo que es sostenido por discursos destinados al *saber hacer saber* según revisiones socialmente confiables (*epistemología*, para el saber, *teología* para el creer).

Lo que puede ser claramente comprendido e imaginado haciendo uso de la figuración visual fija, se complica si se contempla la figuración sonora o cualquier otra que posea dimensión secuencial continua en el tiempo. Y la propia tecnología que el conocimiento científico ha ido haciendo posible, ha contribuido poderosamente al desarrollo de esa complejidad creciente. Primero con la fotografía, después con el cine y posteriormente con la TV, las tecnologías en el tratamiento analógico y luego digital de la luz sobre los objetos hechos visibles, y de las vibraciones del sonido propagadas por el aire hechas audibles,

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
 revistacineimagenciencia.es



permitieron descubrir más certeramente y luego manipular los procesos perceptivos, hasta el punto de hacer posible las experiencias de realidad virtual, llamada así porque se acepta la inexistencia de cualquier otra realidad que no sea la propia concurrencia de las técnicas que provocan las excitaciones sensoriales que conducen a los procesos perceptivos.

A la escala temporal de los cambios históricos recíprocamente acaecidos en la evolución de la reproducción de imágenes y de la reproducción de conocimientos científicos, debe ser destacado que la inteligencia humana es una actividad que opera mediante procesos que a lo largo del tiempo van articulando estructuras de estimulación sensorial (formas perceptivas) y estructuras de registro (memoria) que se equilibran genéticamente estableciendo anticipaciones que pueden cumplirse o no si colectivamente llegan a ser compartidas. Así, desde las técnicas prehistóricas de producir las imágenes más o menos figurativas y más o menos abstractas sobre muros y otras superficies más transportables, hasta el descubrimiento tecnológico de la fotografía, la innovación se orientó primordialmente a conseguir la relevancia de las formas perceptivas (*formas* que destacan de un *fondo*) a resultas de la mediación cognitiva ejercida por el autor (el artista o el artesano), manejando (técnica) trazos, tintes y colores, y sirviéndose de las pautas culturales compartidas en registros de memoria colectiva sobre el acontecer del entorno. Pero con la invención de la fotografía la tecnología permitió registrar en placas fotosensibles las variaciones de reflejos luminosos procedentes de un campo natural al que apunta el objetivo que lo enmarca, lo cual llegó a ser interpretado como un salto cualitativo que históricamente se produce cuando los datos de referencia (formas obtenidas mediante el concurso de esta técnica) derivan de hacer participar al objeto de referencia (situado al interior del campo natural que el objetivo enmarca) en la génesis de la comunicación por cuya mediación, al hacer circular expresiones obtenidas por este sistema (Martín Serrano, M. et al. 1982), la sociedad contribuiría a poner a prueba el capital cognitivo de las comunidades humanas. Martín Serrano denominó a este sistema “comunicación referencial” por oposición a la “comunicación vicaria”, propia de las expresiones cuyas formas perceptivas se crean a partir del trabajo expresivo de quienes manejan trazos, tintes y colores, sirviéndose de las pautas culturales compartidas en registros de memoria colectiva. Según esta interpretación, en la “comunicación referencial” crecerían las mediaciones tecnológicas y disminuirían las mediaciones cognitivas, pero sería en la medida que el universo de los objetos de referencia se limitasen a entidades sensorialmente perceptibles, en lugar de entidades abstractas. Y aun así, el dominio progresivo de las tecnologías destinadas a la producción de imágenes audiovisuales, pronto lograría incluso hacer innecesaria la presencia de objetos de referencia perceptibles, pues la digitalización, que inicialmente pretendía resolver problemas de transmisión y grabación de señales destinadas a ser percibidas, acabaría

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
revistacineimagenciencia.es



dando paso a la creación de imágenes virtuales, para las cuales la referencia ya no son los objetos sensorialmente perceptibles, sino los registros cognitivos de memoria colectiva. En cualquier caso, al dominio tecnológico en la producción y reproducción de imágenes audiovisuales se llega por la innovación del conocimiento científico y su incesante revisión descartando errores en los procedimientos y falsedades en las propuestas teóricas. Pero, a su vez, hoy el dominio tecnológico de la digitalización de la imagen audiovisual contribuye poderosamente al propio conocimiento científico tanto en sus formulaciones, como en la difusión de sus resultados.

## Relaciones e interdisciplinariedad entre ciencia e imagen

“Las formas en que hablamos de los objetos científicos no están simplemente determinadas por la evidencia empírica sino que, más bien, influyen activamente en el tipo de evidencia que buscamos y en cómo se conduce una investigación”, afirmaba Evelyn Fox Keller (2002, 17) al abordar desde la filosofía de la Ciencia, el examen de los discursos científicos en Biología. Y cita la función de las metáforas —por ejemplo, las metáforas científicas en torno a la electricidad como ‘corriente’, al átomo como un ‘sistema solar en miniatura’, al cuerpo humano como una máquina, al cerebro como una especie de ordenador, etc. (cfr. Cuadro 4) — y su extraordinario poder de evocación a través de las imágenes que las ilustran.

En *Metáforas de la vida cotidiana*, lingüistas como George Lakoff y Mark Johnson (1995) analizaron cómo las metáforas que usamos habitualmente modelan nuestra percepción, nuestro pensamiento y nuestras acciones, pero de forma holísticamente organizada en lo que ellos denominan “marcos” cognitivos. Georges Lakoff escribe: “Los marcos son estructuras mentales que conforman nuestro modo de ver el mundo. Como consecuencia de ello, conforman las metas que nos proponemos, los planes que hacemos, nuestra manera de actuar y aquello que cuenta como el resultado bueno o malo de nuestras acciones” de forma que un cambio de marco es un cambio social (Lakoff, G. 2007, 4). En este sentido añade:

*“Los marcos de referencia no pueden verse ni oírse. Forman parte de lo que los científicos cognitivos llaman el «inconsciente cognitivo» — estructuras de nuestro cerebro a las que no podemos acceder conscientemente, pero que conocemos por sus consecuencias: nuestro modo de razonar y lo que se entiende por sentido común. También conocemos los marcos a través del lenguaje. Todas las palabras se definen en relación a marcos conceptuales. Cuando se oye una palabra, se activa en el cerebro su marco (o su colección de marcos). Cambiar de marco es cambiar el modo*

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
 revistacineimagenciencia.es



*que tiene la gente de ver el mundo. Es cambiar lo que se entiende por sentido común. Puesto que el lenguaje activa los marcos, los nuevos marcos requieren un nuevo lenguaje. Pensar de modo diferente requiere hablar de modo diferente”*

*(Lakoff, G. 2007, 4).*

Otro ejemplo revelador de marcos cognitivos, pero esta vez en el dominio de la práctica científica, es el uso de lenguaje bélico en la descripción del cáncer. Susan Sontag en *La enfermedad y sus metáforas* (2008, 31) escribe:

*“Cuando se habla del cáncer, las metáforas maestras provienen del vocabulario de la guerra: no hay médico ni paciente atento que no sea versado en esta terminología militar o que por lo menos no la conozca. Las células cancerosas se multiplican y vasta: ‘invaden’. Como dice cierto manual, ‘los tumores malignos, aun cuando crecen lentamente, ‘invaden’. A partir del tumor original, las células cancerosas ‘colonizan’ zonas remotas del cuerpo empezando por implantar diminutas avanzadas (‘micrometástasis’) cuya existencia es puramente teórica pues no pueden detectarse. Las ‘defensas’ del organismo no son casi lo bastante vigorosas para eliminar un tumor que ha creado su propio abastecimiento sanguíneo y que está constituido por miles de millones de células destructivas. (...) También el tratamiento sabe a ejército. La radioterapia usa las metáforas de la guerra aérea: se ‘bombardea’ al paciente con rayos tóxicos. Y la quimioterapia es una guerra química en la que se utilizan venenos. El tratamiento apunta a ‘matar’ las células cancerosas (dentro de lo posible sin matar al paciente)”*

Y más adelante Sontag añade:

*“La metáfora militar apareció en la medicina hacia 1880, cuando se identificaron las bacterias como agentes patógenos. Se decía que las bacterias ‘invadían’ el cuerpo o que se infiltraban en él. Pero el modo con que hoy se menciona el asedio y la guerra hablando del cáncer es de una exactitud literal y de una autoridad sorprendente”* (Ibídem).

Ejemplos de marcos discursivos como estos, se pueden encontrar en todas las prácticas científicas y en el Cuadro 4 se citan los más populares. En todas las disciplinas los individuos que las ejercen, las instituciones que las cobijan, los equipos que las revisan y desarrollan, tienen que recurrir a la redacción de discursos que haciendo uso de las llamadas *lenguas naturales* (hoy día el inglés es hegemónica) glosan y explican, comentan y defienden los textos y expresiones propios de los *lenguajes artificiales* construidos por el

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
 revistacineimagenciencia.es



saber hacer de la actividad científica<sup>1</sup>. Y en esta tarea, la ciencia y los científicos utilizan marcos narrativos y metáforas<sup>2</sup> que tanto en la creación científica, como en la difusión de sus resultados, se expresan por discursos cuyos procesamientos icónicos y metafóricos sirven a darle cauce a sus pensamientos de modo que unas veces las metáforas preceden a las imágenes gráficas y otras son éstas las que anteceden a las metáforas. El mérito de Lakoff y los lingüistas cognitivos es haber propuesto el concepto de “marco” para encontrarle un sentido global de anticipación y de concierto social en la generación de discursos posibles. El problema es cuando, debido a su reiterado uso, estas metáforas se vuelven invisibles, naturales. “Con el paso del tiempo, olvidamos su origen metafórico y queda así el concepto fosilizado y endurecido”, advierte Emmanuel Lizcano (2015) que citando a D. Sperber (1978) afirma que lo simbólico no es tanto un repertorio de objetos singulares, que serían los símbolos, como un dispositivo de conocimiento que actúa cuando el dispositivo conceptualizador fracasa o resulta insatisfactorio. “El dispositivo simbólico, añade, no actúa así sobre unos símbolos predefinidos, a los que interpretaría según la ocasión, sino sobre problemas o situaciones -del género que sean-, para los que no hay conceptos elaborados, para los que el repertorio semántico de una lengua no dispone de términos. Se trata, por tanto, de un dispositivo para la construcción de nuevos significados” (Lizcano, E. 2015, 9-10 de 44, Cap. 1 (II)). Y trae a colación este ejemplo:

*“Así por ejemplo, ante el intento de pensar conceptualmente un olor (...) nuestra cultura carece de expresiones adecuadas. Al tratarse de una cultura fundamentalmente óptica, toda la riqueza conceptual desarrollada para los colores y las formas no admite parangón con la escasa enciclopedia semántica elaborada por ejemplo para las sensaciones táctiles, y no posee ni un solo término específico para el campo de los olores. Si pese a ello, insistimos en pensar ese olor y conceptualizarlo, se produce en nuestra mente un doble movimiento, a la vez afectivo, social e intelectual. Primero un movimiento de focalización, en una imagen, sensación o concepto próximo (...) que funciona como correlato analógico del olor (como término que se quiere pensar). Segundo una cascada de evocaciones y connotaciones convocadas por el poder atractor de aquel foco (...) sobre el cual vienen a precipitar o condensarse, contribuyendo a darle forma y definición. Así un cierto olor a incienso acaso nos traiga la imagen de una iglesia, sobre la cual precipitarán toda una serie de*

<sup>1</sup> Los lenguajes artificiales y formales suponen, frente a las lenguas naturales, una creación consciente, metódica, regida por convenciones arbitrarias y establecidas por los especialistas en las prácticas científicas o técnicas y cuyo aprendizaje es deliberado y planificado con el propósito de evitar errores de procedimiento en el uso de expresiones.

<sup>2</sup> *Metáfora*, del griego μεταφορά procedente del verbo μεταφέρειν que significa “llevar o trasladar a otra parte” fue definida por Aristóteles como transferencia del nombre de una cosa a otra; del género a la especie; de la especie al género, o según analogía” tomando como base que las cosas permanecen y es el lenguaje el que cambia. Pero resulta ya hoy aceptado que en la evolución de ambos sus transformaciones son recíprocas.



recuerdos y asociaciones, de modo que esa iglesia funcionará como símbolo de aquel olor...”

Y remata Lizcano escribiendo más adelante:

*“La actividad metafórica y simbolizante es por tanto un mecanismo de resolución de problemas. En cuanto mecanismo es universal, y se activa por igual en el hombre de la calle ante el problema de conceptualizar un olor que en el físico teórico que se enfrenta a la “materia oscura”. Pero la particular solución que cada individuo o grupo arbitre para el problema inicial resulta socialmente cargada con esa tupida red de adherencias evocativas y connotativas que se han condensado en el símbolo y que provienen tanto de la experiencia, creencias y expectativas personales del sujeto de la interrogación, como de la experiencia”. (Ibidem).*

Veamos aquí ejemplos de metáforas célebres en ciencia y sus símbolos icónicos.

*Cuadro 4. Algunas metáforas que han hecho historia en la ciencia y sus iconos simbólicos.*

CONCEPTO	METÁFORA Y COLECCIÓN DE IMÁGENES EN GOOGLE
Electricidad	<b>Corriente</b> Colección de imágenes que brinda Google: <a href="#">“Corriente”</a>
Átomo	<b>Sistema solar en miniatura</b> Colección de imágenes brindadas por Google: <a href="#">“Sistema Solar”</a>
Naturaleza	<b>Libro escrito en lenguaje matemático</b> Colección de imágenes brindadas por Google: <a href="#">“Lenguaje matemático de la naturaleza”</a>
Cerebro	<b>Ordenador humano</b> Colección de imágenes en Google: <a href="#">“Ordenador humano”</a>
Mente	<b>Software del cerebro</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de <a href="#">“Software del cerebro”</a>
Genoma	<b>Código, mapa, libro de instrucciones</b> Colección de imágenes en Google: <a href="#">“Libro de instrucciones, mapa, código genético”</a>
Internet	<b>Autopista de información</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de <a href="#">“Autopista de la información”</a>
Mitocondrias	<b>Centrales energéticas celulares</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de <a href="#">“Centrales energéticas celulares”</a>
Sistema inmunitario	<b>Ejército de defensa</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de <a href="#">“Ejército de defensa inmunitaria”</a>
Virus	<b>Enemigo invasor</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de <a href="#">“Enemigo invasor”</a>
Cuerpo	<b>Sociedad de células, máquina</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de <a href="#">“Sociedad de células”</a>
Corazón	<b>Bomba de sangre</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de <a href="#">“Bomba de sangre”</a>
Sistema nervioso	<b>Red eléctrica</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de <a href="#">“Red eléctrica”</a>
Tierra	<b>Organismo vivo</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de <a href="#">“Tierra, organismo vivo”</a>

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
revistacineimageneciencia.es



<b>Partículas elementales</b>	<b>Ladrillos de la materia</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de " <a href="#">Partículas, ladrillos de la materia</a> "
<b>Espacio-tiempo</b>	<b>Tejido del cosmos</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de " <a href="#">Tejido del cosmos</a> "
<b>Bosón de Higgs</b>	<b>Partícula divina</b> Colección de imágenes en Google para la metáfora de " <a href="#">Bosón, Partícula divina</a> "

Fuente: elaboración propia a partir de Federico Kukso, en SINC, Servicio de Información y Noticias Científicas, en <http://www.agenciasinc.es/Reportajes/La-nueva-revolucion-genomica-de-CRISPR-hace-floreecer-las-metaforas>.

A la vista de estos ejemplos de metáforas célebres en la práctica científica, se puede plantear si éstas unas veces preceden a las imágenes gráficas y otras son éstas las que anteceden a las metáforas. El lector puede proceder a cotejarlo a partir del repertorio de conceptos y metáforas que corresponden a cada fila de la tabla que aparece en el Cuadro 4, haciendo clic a continuación sobre el repertorio de imágenes que Google brinda en su buscador para las metáforas reseñadas en las casillas correspondientes.

## Una propuesta para examinar la dialéctica entre iconicidad, enmarcación y metáforas visuales en la ciencia.

Tomando en consideración las reflexiones expuestas hasta aquí, hay una propuesta a ser formulada para poder diagnosticar cómo se equilibra dialécticamente el curso de logros y fracasos y de anticipaciones entre acción social, comunicación y conocimiento a ser compartidos tanto en los procesos de aprendizaje y creación de procedimientos en la investigación científica, como en la transmisión de resultados científicos destinados bien a hacerse merecer reconocimiento y legitimidad de las comunidades de investigadores (congresos, revistas científicas, simposios y seminarios, etc.), bien a incrementar la notoriedad mediática de los avances científicos y sus aplicaciones para el progreso humano.

Tras haber planteado inicialmente sendos contextos de la expresión y la revisión del "saber hacer" según los patrones culturales del Mito y de la Ciencia, ha sido examinado y comentado el juego de variables que algunos autores (Moles, Costa, Estivals) proponen para establecer criterios al objeto de comparar cómo se articulan y evolucionan estructuras de *estimulación sensorial* (formas perceptivas) y *estructuras de registro* (memoria) que se equilibran genéticamente estableciendo anticipaciones que pueden cumplirse o no, si colectivamente llegan a ser compartidas por la circulación de

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
revistacineimagenciencia.es



expresiones hecha posible por interacciones comunicativas. Tras el examen, después, de la elaboración de escalas alternativas de *iconicidad*, se ha fijado la atención sobre los *marcos cognitivos* en función de los cuales se construyen los discursos susceptibles de brindarle concertación social a la producción y reproducción de articulaciones entre estructuras de estimulación sensorial (formas perceptivas) y estructuras de registro (memoria) a ser compartidas. Y finalmente se ha reparado en los mecanismos que generan la creación y transformación de los conceptos científicos que, como sostiene Lizcano (2015, 5/6 de 98, op. cit.) son conceptos *metafóricos*. Y a este propósito, Lizcano escribe:

*“Los conceptos científicos no nacen ya armados, como Atenea de la cabeza de Zeus, sino que lo hacen de ese hervidero de metáforas latentes que es el imaginario social. Y ningún científico ni pseudofilósofo puede reclamar como propiedad corporativa lo que tomó del acervo lingüístico común –aunque lo ignore- y a ese acervo sigue perteneciendo”.*

Así pues, se podría concluir que tanto en los procesos de aprendizaje y creación de procedimientos en la investigación científica, como en la trasmisión de resultados científicos destinados bien a hacerse merecer reconocimiento y legitimidad de las comunidades de investigadores (congresos, revistas científicas, simposios y seminarios, etc.), bien a incrementar la notoriedad mediática de los avances científicos y sus aplicaciones para el progreso humano, es imprescindible reparar en la naturaleza de la circulación de expresiones audiovisuales y que en esa circulación de expresiones audiovisuales intervienen alternativas de *iconicidad*, el recurso a *marcos cognitivos* previos y el repertorio de *metáforas* que le proporcionan una cierta ergonomía a la reproducción social de discursos científicos.

Ahora bien, conviene reparar que no toda circulación de expresiones reproduce interacciones comunicativas<sup>3</sup>, si bien no es posible interacción comunicativa alguna sin intercambio de expresiones adecuadamente regulado por códigos de *significación* compartidos y más o menos satisfactoriamente usados conforme a objetivos que los interlocutores persiguen de forma más o menos transparente. Brevemente, si hay comunicación hay interacción social -ya sea anticipada, ejecutada, o una consecuencia-, pero no toda interacción social es comunicación, sino sólo aquella que para ser ejecutada requiere del intercambio de expresiones adecuadamente regulado por códigos de *significación* compartidos y más o menos satisfactoriamente usados al tratar las expresiones. Si existe pues intercambio comunicativo de expresiones, existe también la interacción social que se ejecuta, la que precede condicionando su desarrollo, y también la

---

<sup>3</sup> Por ejemplo, un operador en el transporte de señales, un repartidor de correo, un transportista de libros, etc., prestan servicio a esa circulación de expresiones (mensajes electrónicos, cartas, volúmenes impresos, etc.) pero no usan tales expresiones participando en la interacción social que los interlocutores establecen por ese intercambio al que ellos contribuyen prestando un servicio remunerado.



que es consiguiente al desarrollo de los objetivos pretendidos con la comunicación. Pero si hay comunicación, hay también una actividad cognitiva, vinculada a las destrezas y registros de apropiación ecológica del entorno por parte de los individuos en el manejo de códigos, sin la cual aquella interacción fracasará. Por todo esto conviene reiterar el juego de condiciones y variables que confluyen en las interacciones comunicativas, como se resume en el Cuadro 5, a menudo citado y comentado (Cfr. Piñuel, J.L. y Lozano, C, 2006). Todas las dimensiones aquí citadas atañen simultánea o sucesivamente, primero, a las situaciones en que se encuentran los ejecutantes de cualquier interacción en que la comunicación se hace presente; segundo, a los recursos materiales o herramientas que la hacen posible; tercero, a las entidades materiales o producciones que por la interacción se intercambian; y cuarto, a las reglas de orden por las que la interacción se reproduce y no se desorganiza. Así pues, *ejecutantes, herramientas, producciones y orden* se consideran las constantes en cualquier situación de interacción a la que remiten, tanto la transmisión de mensajes en la comunicación humana, como el capital cognitivo que regula el comportamiento entre sujetos frente al entorno, como en fin las relaciones sociales.

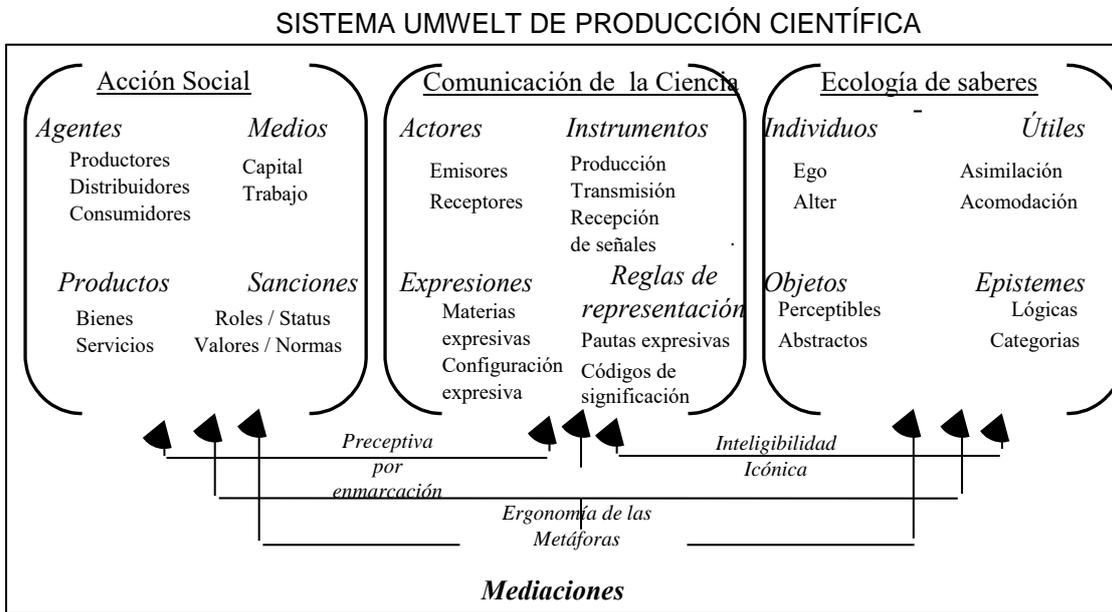
En esta ocasión, la propuesta teórica apunta a tomar en consideración estas constantes al plantear las relaciones entre *iconicidad, enmarcación y metáforas* visuales en la ciencia. Y el estudio de estas relaciones puede concebirse en los términos que postula el MDCS o modelo de la Mediación Dialéctica de la Comunicación Social (Cfr. Piñuel, JL, y Lozano, C, 2006) que concibe las relaciones entre los sistemas y sus componentes, al interior de un entorno (denominado *Sistema Umwelt*) y que se corresponde con las prácticas científicas a la escala que se establezca para el análisis: ya sea a pequeña o a gran escala contemplando los procesos de aprendizaje y creación de procedimientos en la investigación científica, o la transmisión de resultados científicos. El Cuadro 6 representa el modelo estructural, sin especificar la escala del *Umwelt*, y el Gráfico 1 ofrece la representación diacrónica de las relaciones entre los sistemas, considerando la evolución histórica, que luego se ilustra con un ejemplo (Gráfico 2).



Cuadro 5. Constantes de interacción y variables comunicativas, ecológicas y sociales

Situaciones de Interacción	Sistema Comunicación [SC]	Sistema Ecológico [SE]	Sistema Social [SS]
<b>Ejecutantes</b>	<i>Actores</i> Emisores Receptores	<i>Sujetos</i> Ego Alter	<i>Agentes</i> Productores Distribuidores Consumidores
<b>Herramientas</b>	<i>Instrumentos</i> Productores de señales Distribuidores de señales Receptores de señales	<i>Útiles</i> Asimilación Acomodación	<i>Medios</i> Capital Trabajo
<b>Producciones</b>	<i>Expresiones (Mensajes)</i> Materias expresivas Configuraciones expresivas	<i>Objetos</i> Perceptibles Abstractos	<i>Productos</i> Mercancías Bienes Servicios
<b>Orden</b>	<i>Lenguajes (o Códigos)</i> Patrones expresivos Códigos de significación	<i>Epistemes</i> Lógicas Categorías	<i>Sanciones</i> Roles/Status Valores/Normas

Cuadro 6: Modelo estructural de las Mediaciones, según el MDCS



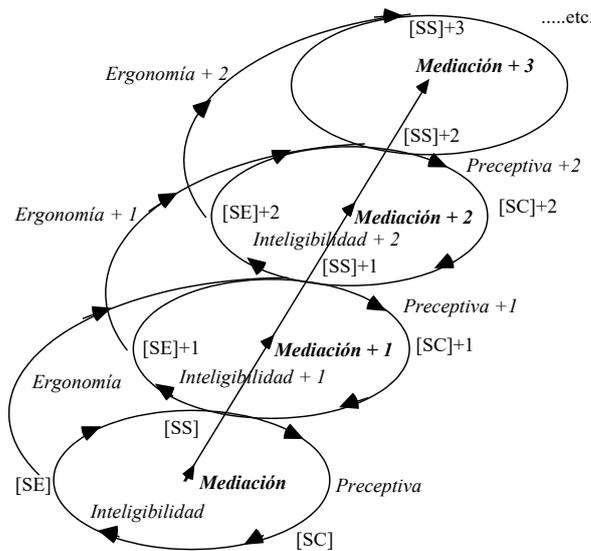
Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
 revistacineimageneciencia.es



Según este cuadro, donde se citan todos y cada uno de los componentes de cada sistema de interacción o intercambio que hemos denominado de *Acción Social* si se intercambian *bienes o servicios*, de *Comunicación* si el intercambio es de *expresiones*, y de *Ecología de Saberes* si el intercambio es de *objetos de conocimiento*, se representan esquemáticamente, en primer lugar, las relaciones dos a dos entre los sistemas, asignándole un término procedente de la tradición en Ciencias Humanas. Así, el ajuste entre la *acción social* [SS], y el *intercambio comunicativo* de mensajes [SC], da lugar a lo que denominamos *Preceptiva por enmarcación*, pues todo marco cognitivo (Lakoff 2007) es un ordenamiento social de valores y/o normas que se expresa mediante enunciados y/o relatos; el ajuste entre el *intercambio comunicativo* [SC] de expresiones, y la *ecología de saberes* en la apropiación del entorno [SE], da lugar a la *Inteligibilidad* de los discursos que sostienen la *iconicidad*, como ha sido anteriormente comentado; finalmente, el ajuste entre la *acción social*, y la *ecología de saberes* en la apropiación del entorno, da lugar a lo que hemos denominado *Ergonomía de las Metáforas*, destinada a facilitar la adecuación entre los procesos del sistema social de producción científica y los condicionamientos psico-biológicos derivados de las capacidades y destrezas de los sujetos humanos resolviendo problemas. Y en el Gráfico 1, se muestra la perspectiva diacrónica, considerando diferentes estados del hiper sistema *Umwelt* (y de cada uno de los sistemas que lo componen) y examinando su evolución a lo largo de la historia. Para representar gráficamente la evolución histórica conjunta de los sistemas de comunicación [SC], social [SS] y ecológico [SE], se emplea el recurso figurativo de una espiral. La espiral, como se sabe, posee la paradójica propiedad de compatibilizar reproducción y cambio, ya que a pesar del carácter cíclico de la expansión espacial de la curva, ésta nunca vuelve a pasar por un mismo punto. La representación del modelo de la MDCS haciendo uso de espirales, debe suponerse proyectada en un espacio tridimensional. El Gráfico 1 muestra un tramo determinado de la historia de *Umwelt*, es decir, del orden de las mediaciones entre sistemas, que en realidad se traduciría en una espiral irregular (de evolución no regulada por una razón matemática constante) y que si en este gráfico presentamos como “regular”, es al objeto de ilustrar la idea de que el cambio de cada sistema se encuentra mediado por los sistemas restantes y a su vez opera como mediador del cambio histórico de dichos sistemas.

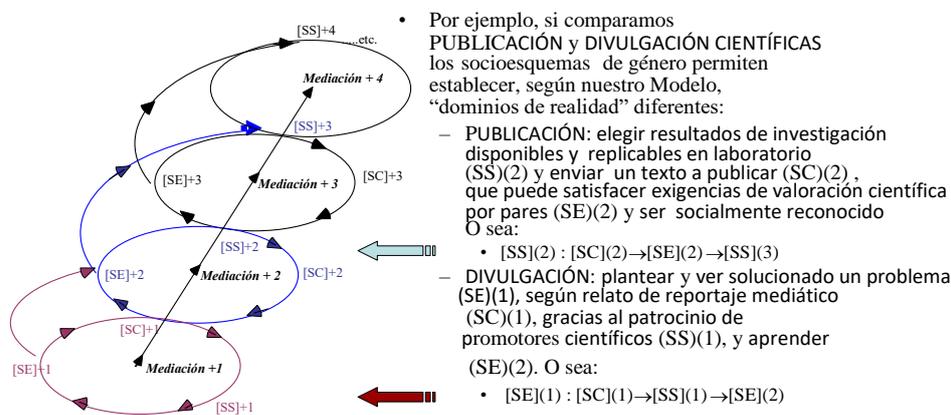


Gráfico 1: Esquema de la evolución diacrónica de las mediaciones entre Inteligibilidad icónica, Preceptiva por enmarcación y Ergonomía de las metáforas visuales en la ciencia.



Para ilustrar con un ejemplo cómo los cambios ínter sistémicos se reproducen secuencialmente en el tiempo, podemos examinar ciertas rutinas en los procesos para lograr compartir el “saber hacer” de la creación científica, pues existen socioesquemas que permiten descubrirlos. En el Gráfico 2 se comparan sendos formatos de comunicación científica fácilmente identificables: el formato de la *Publicación* de artículos en revistas y o congresos y el formato de información mediática de la *Divulgación* científica.

Gráfico 2: Formulación gráfica del modelo diacrónico de la MDCS: ejemplos



En este Gráfico 2, hemos resaltado en color y con flechas desde el texto que explica las formulaciones, las trayectorias de la espiral que se corresponden con cada formato. En el primer caso, la interacción comunicativa a que sirve la *Publicación* de resultados de investigación científica en un órgano institucionalizado, ajustado a la valoración por pares, reviste de reconocimiento y legitimidad social a la producción científica realizada; por consiguiente, la iniciativa de recurrir a la comunicación científica mediante una *Publicación* en órgano especializado para ello, surge de una *preceptiva* cuyo enmarcado compromete a toda producción social (SS) de investigación, obligada a lograr que un órgano de comunicación científica (SC) lo valore y lo edite conforme a pautas de *inteligibilidad* (SE) estandarizadas para ello, y como consecuencia se reproduzca la legitimidad social de la producción científica, a partir de cuyo momento histórico (no antes), podrá producirse una reafirmación o bien un cambio en la *ergonomía* de los saberes que, en los aspectos que nos preocupan aquí, dará lugar a nuevas o reiteradas metáforas socialmente asumidas. Más tarde, los Medios de Comunicación lo relatarán (SC) a condición de que su *Divulgación* brinde a sus audiencias una oportunidad de ver solucionado, o *inteligible*, algún problema (SE) que, mediando con frecuencia (SS) un interés derivado de valores dictados (*preceptiva*) por ciertos marcos cognitivos, redunde en beneficio del progreso *ergonómico* del capital cultural de saberes.

Resumiendo, una vez definidas y comentadas las formulaciones que, extraídas del modelo teórico de la MDCS (Mediación Dialéctica de la Comunicación Social), nos pueden permitir acercarnos al análisis y diagnóstico de las relaciones entre *Iconicidad*, *enmarcación* y *metáforas* en los discursos de las Praxis históricas de la creación científica, el examen realizado puede servir en primer lugar para “descubrir el juego” de los participantes que, por supuesto, saben ya jugar, pero que sin embargo lo hacen (lo hacemos todos) de manera inconsciente, sin advertir lo que está detrás del juego en nuestras rutinas diarias como científicos; y en segundo lugar, para el diagnóstico y la intervención, descubriendo las tendencias a que apuntan procesos concretos en los momentos históricos examinados y sabiendo actuar para poder cambiarlos disminuyendo resistencias.

## Bibliografía de autores citados

- Costa, J. (2003) *La Esquemática. Visualizar la información*. Barcelona. Paidós
- Estivals, R. (2002) *Le Schématisation*, Noyers-sur-Serein. Société de schématologie et de bibliologie.
- Lakoff, G. (2007) *No pienses en un elefante. Lenguaje y debate político*. Madrid. Editorial Complutense. S.A.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1995) *Metáforas de la vida cotidiana*. Madrid. Cátedra.

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (1) 2017. *La Imagen como Expresión Comunicativa de la Ciencia*. ISSN 2530-8882  
 revistacineimagenciencia.es



- Lizcano, E. (2015) "La metáfora como analizador social", en Castro Nogueira, L, et al. (2015), *Metodología de las ciencias sociales. Una introducción crítica*. Madrid, Tecnos. 3ª edición.
- Martín Serrano, M., J. L. Piñuel, J. Gracia y M. A. Arias. *Epistemología de la Comunicación y análisis de la referencia*. Madrid. A. Corazón
- Moles, A. (1978) *Sociodinámica de la cultura*, Buenos Aires, Paidós.  
----- (1981) *L'image: Communication fonctionnelle*. París, Casterman
- Piaget, J. (1985): *Psicología y Epistemología*, Barcelona Planeta-Agostini.
- Piñuel Raigada, J.L. y Lozano Ascencio, C. (2006) *Ensayo general sobre la comunicación*. Barcelona. Paidós. Papeles de Comunicación 47
- Sontag, S. (2008) *La enfermedad y sus metáforas*. Barcelona, Penguin Random House. Epub Debolsillo 2011.
- Sperber, D. (1978) *El simbolismo en general*. Barcelona, Anthropos.

