

Observabilidad en las prácticas astronómicas.

Maximiliano Bozzoli

Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba.

maxibozzoli@gmail.com

I. Introducción:

Este trabajo intenta abordar la noción de observabilidad en ciertas prácticas relacionadas con la astronomía contemporánea. En particular, se pretende investigar cuáles son los criterios epistémicos que subyacen a este concepto en el análisis morfológico (Zwicky, 1948, 1957) y cuál es el alcance de este método en las observaciones recientes de sistemas de galaxias.

Se tomarán en consideración algunos aspectos de diferentes posiciones filosóficas vinculados a la observabilidad (Kosso, 1988, 2006) (Chang, 2005) que hacen referencia a la problemática, dada en la década de 1980, en torno al concepto de observación en ciencia. Autores como Chang sostienen que dicha noción pertenece a las cualidades más que a los objetos. Por ello, una cualidad es observable si puede ser registrada por el sensorio humano, incluso con la ayuda de instrumentos. Según esta postura, situarse en un empirismo tradicional permite repensar este concepto y caracterizarlo en términos de observaciones pre-teóricas e interpretaciones. En esta dirección, este autor considera que la observabilidad depende de las cualidades de los objetos y no de ellos mismos. Pensar lo contrario, implicaría presuponer algún tipo de relación causal en la transferencia de la información que va desde el objeto bajo investigación hacia el sujeto epistémico. Chang sostiene que una noción de observación basada en las propiedades de los objetos físicos permite abandonar cualquier interpretación de la señal como un proceso de transmisión causal. Además, y fundamentalmente, permite dejar de lado aquellas dificultades que conlleva el argumento de la carga teórica de la observación.

No obstante, existen otras perspectivas en torno a esta problemática que ponen énfasis en hacer depender la observabilidad, de los objetos. Incluso, aunque dependa de ciertas cualidades o propiedades físicas específicas, las mismas sólo pueden corresponderse a objetos determinados. Según Kosso, la distinción entre observables e inobservables puede

superarse mediante un análisis descriptivo de la observabilidad en términos de la información que se recibe a partir de ciertas “interacciones” dadas entre los diferentes objetos físicos. Así, tanto la interacción como la transferencia de la información pueden ser explicadas a través de la aplicación de teorías específicas, no fundamentales. Por otra parte, este autor sostiene que la observabilidad posee muchas “dimensiones” que representan las diversas formas en las que se puede adquirir, a través de interacciones, información confiable del mundo físico. Estas dimensiones, como la intermediación entre un objeto y un observador, o lo directo/indirecto de la percepción sensible, o bien la cantidad e independencia de interpretación de la información, pueden poseer diferentes grados de libertad. Estos últimos permiten evaluar la observabilidad de los objetos y de sus propiedades físicas involucrados en un proceso observacional.

El objetivo de este trabajo consiste en integrar diferentes aspectos epistemológicos de las dos perspectivas mencionadas anteriormente y contrastarlos en la metodología observacional propuesta por Zwicky. De esta manera, se explorará cuál es el alcance del método morfológico en las investigaciones actuales vinculadas a la identificación y observación de cúmulos y grupos de galaxias (Muriel, 2006) (Coenda & Muriel, 2008). Específicamente, se considerarán las diversas relaciones de propiedades observacionales de las galaxias miembros y sus correlaciones con ciertas propiedades del entorno astrofísico (Martínez & Muriel, 2006) (Añorve et al., 2010) (Guo et al., 2009) (Weinmann et al., 2006).

A partir de este estudio de caso, se distingue que la observabilidad se halla definida en dos fases con diferentes niveles o estados, respectivamente. La primera se refiere a las relaciones causales dadas entre dichos estados y entre los diversos objetos y sus atributos físicos presentes en cada uno de ellos. La segunda fase se corresponde con determinadas correlaciones entre los variados aspectos de tales niveles, generando patrones observacionales. Se concluye que estos últimos son propiedades inherentes a un proceso de observación sofisticado y no a objetos específicos. Esta caracterización de la observabilidad permite establecer taxonomías de objetos y de sus cualidades físicas y brindar, eventualmente, nuevas definiciones de los mismos.

II. El concepto de observabilidad de Chang: objetos vs. propiedades.

Según este autor la noción de observabilidad basada en los objetos, propuesta en *La Imagen Científica* de van Fraassen (1980), debe ser removida ya que involucra sesgos realistas. Así, al introducir una definición basada en las propiedades físicas de esos objetos, Chang se propone reconstruir el “empirismo constructivo” de van Fraassen con más firmeza en los argumentos empiristas. Tradicionalmente, estos últimos acordaban que el conocimiento del mundo físico se iniciaba en lo que reportaban las sensaciones humanas inherentes a las cualidades de los objetos contemplados. De esta manera, lo observable se definía como un término que se aplicaba sólo a las propiedades que eran directamente percibidas por los sentidos. Sin embargo, en la actualidad, existe una marcada tendencia a considerar la observabilidad fundamentada en las propiedades específicas de objetos concretos. Esta perspectiva posee diversos matices en las variadas caracterizaciones que ha tenido el concepto de observación en la década de 1980 por diferentes autores, tales como van Fraassen (1980), Shapere (1982), Kosso (1988), entre otros.

Aunque Kosso sostiene que la observabilidad está vinculada a las cualidades, atributos o propiedades cuantificables, Chang considera que en este vínculo hay una fuerte dependencia de los objetos físicos. Según este último autor existen numerosas observaciones que no están asociadas a objetos particulares, lo cual implica un compromiso fenomenológico en torno a lo que se considera una observación. Esta puede asociarse a mediciones de cantidades determinadas, mediante el empleo de instrumentos, que no poseen una clara referencia a los objetos involucrados en una situación observacional dada.¹ Aun así, Chang sostiene que en tales casos el registro de estas propiedades medidas hace que las observaciones sean igualmente significativas y coherentes, incluso sin el conocimiento y la presuposición de uno o varios objetos específicos. De esta manera, este autor define que una propiedad o cualidad es observable si puede ser registrada por la

¹ Chang menciona el descubrimiento de William Herschel de la radiación infrarroja. Al situar un termómetro en la sombra cercana al color rojo del espectro continuo del Sol, Herschel observó que este instrumento registraba un incremento en la temperatura. Así, la propiedad medida no se correspondía con ningún objeto específico conocido. Esto se debía fundamentalmente a la incapacidad, tanto explicativa como predictiva, de las teorías de ese entonces y al abandono de interpretaciones auxiliares respecto de los instrumentos implicados.

sensación humana y la afirmación de tal registro no es deshecha al abandonar aquellas interpretaciones que son opcionales. Además, él afirma que la observación es el acto de obtener información a través de los sentidos sin este tipo de interpretaciones.

Resulta difícil comprender esta postura que hace alusión a la problemática filosófica relacionada a observaciones “puras” o “pre-teóricas” en las prácticas actuales. A los propósitos de este trabajo no se desarrollará esta cuestión y se sostendrá una perspectiva moderada con respecto a la posición de Chang. Esto significa conceder que las propiedades que son registradas por determinados aparatos del sistema de observación puedan ser “cuasi-observacionales”, es decir, cuando el uso de los instrumentos no involucre interpretaciones que sean consideradas auxiliares. Simplemente pueden emplearse dispositivos y piezas de equipo como extensiones de los sentidos, sin cuestionar su correcta operatividad y funcionamiento. Desde este punto de vista, se asevera que, a partir de la percepción visual del registro de ciertas propiedades observadas, puede construirse un nuevo concepto inherente a éstas, o bien, reconstruirse uno ya existente. Un ejemplo de esto último resulta del análisis de cómo a partir de las sensaciones de frío y calor puede elaborarse la noción de temperatura. Más adelante, se hará notar la importancia de este punto cuando se lo vincule con el pensamiento morfológico de Zwicky.

Ahora, si no hay modo de distinguir este tipo de observaciones (en sí) de sus interpretaciones, una de las cuestiones más importantes que surge inmediatamente es el argumento de que la observación está cargada de teoría. Sin embargo, Chang sostiene que esta consideración, actualmente del sentido común filosófico, es exagerada. Aunque la carga teórica atañe a las posibles interpretaciones de las observaciones y no a las observaciones en sí, no puede negarse que estas interpretaciones puedan introducirse en la experiencia de manera no intencional. De todas formas, él afirma que estos prejuicios teóricos pueden ser retirados o eliminados mediante la reflexión acerca de las diferentes capas semánticas que son eventualmente incluidas en un proceso observacional sofisticado. Por otra parte, estas interpretaciones tácitas no son dadas *a priori* ya que pueden ser adquiridas a partir de ciertas habilidades desarrolladas en la práctica observacional por cada sujeto epistémico. Así, un observador experimentado puede reconocer implícitamente la presencia de interpretaciones y acordar por consenso el abandono de ellas. Como se notará

más abajo, esta práctica es acorde con uno de los principios fundacionales del análisis morfológico, a saber: la liberación de prejuicios.

Por otro lado, este aspecto humano del empirismo propuesto por Chang permite reforzar la idea de “construcción” del empirismo de van Fraassen. De esta manera, a fin de eliminar la tendencia realista en sus argumentos, el primer autor sostiene que una noción de observabilidad basada en las propiedades, más que en los objetos, admite que dichas interpretaciones son construidas a partir de la visualización de diferentes propiedades. Estas últimas no poseen una referencia concreta con objetos particulares, sino con fenómenos observados, asociados a diferentes procesos y eventos complejos.

III. La noción de observabilidad de Kosso: interacciones y dimensiones.

La observabilidad ha sido caracterizada por diversos filósofos de la ciencia a partir de la dicotomía entre entidades observables e inobservables. Algunos sostienen que no hay un criterio de distinción que sea lo suficientemente claro y en consecuencia proponen la idea de un “continuo unidimensional” entre tales entidades (Maxwell, 1962). Otros, en cambio, proponen esquemas diferentes de esta dicotomía (van Fraassen, 1980) y varios se alejan de esta distinción poniendo énfasis en las interacciones físicas y definiendo “lo que cuenta como observable” (Shapere, 1982). Sin embargo, el interés de Kosso no es dar una caracterización de este tipo, sino hacer hincapié en los procesos involucrados en la adquisición de la información observacional. Precisamente, al identificar y distinguir las diversas formas en las cuales se puede obtener tal información, él afirma que la observabilidad posee grados de libertad o dimensiones asociadas a interacciones que no son físicas.

En términos generales, esta postura sostiene que la observación consiste en obtener información del mundo, considerando su transmisión desde la fuente hasta el observador. Es importante destacar que Kosso distingue entre la naturaleza de la señal transmitida y la señal como transporte de la información. La primera alude a las cuatro interacciones físicas básicas (nuclear fuerte, nuclear débil, electromagnética y gravitatoria), mientras que la segunda hace referencia a las “interacciones” dadas a partir de diferentes procesos epistémicos involucrados. El valor de estas últimas se corresponde al contenido

informativo adquirido en los reportes observacionales de determinados objetos y de sus propiedades físicas. Él considera que la observabilidad se define en términos de pares ordenados de objetos y propiedades de esos objetos.² Según Kosso:

*El par ordenado $\langle x, P \rangle$ es observable en la medida en que pueda haber una interacción (no física) o una cadena de éstas entre el objeto y el sistema observacional tal que la información de que x es P se transmite al aparato y, eventualmente, al científico humano.*³

A diferencia de Shapere, quien enfatiza la importancia que tienen las interacciones físicas en la transmisión de la señal, Kosso acentúa el rol que posee el contenido informativo que acarrea esa señal transmitida desde el objeto hasta el sujeto epistémico. Este último autor sostiene que aunque la naturaleza física de dicha señal no cambie, la misma puede interactuar informacionalmente innumerables veces, de hecho, en grupos o cadenas de interacciones muy diversas. Esto significa que la señal entendida como transporte es una confluencia de informaciones provenientes de diferentes canales, es decir, de variados objetos y de sus respectivas propiedades. Así, las interacciones entre la fuente y el observador son condiciones necesarias, pero no suficientes, de la práctica observacional. Existen otras condiciones que deben ser agregadas respecto al contenido informativo. En este sentido, la información original puede ser perturbada tanto por medios extrínsecos (naturales) como intrínsecos del sistema de observación. De esta manera, la observabilidad tiene diferentes dimensiones inherentes a este tipo de interacciones no físicas.

² La forma de esta caracterización obedece a la necesidad de relacionar los objetos físicos con sus atributos observables. Precisamente, la motivación de este autor surge de la importancia epistémica que posee el contenido informativo y de la manera en la cual se expresa y se presenta en los resultados observacionales. Dicho contenido se corresponde a ambos elementos de la relación. No obstante, a los fines de facilitar el modo de enunciar esta información, él menciona la posibilidad de describir la observabilidad en n-tuplas y no sólo en pares ordenados de objetos y propiedades.

³ Kosso, P. (1988). "Dimensions of Observability". *British Journal for the Philosophy of Science*. Vol. 39, No. 4, p. 451.

Según Kosso, la información es transferida entre diferentes estados o niveles y el contenido original (x es P) interactúa con algo más que ocupa el rol de intermediario, resultando en otra información (y es Q) y así sucesivamente hasta llegar al observador. Esta caracterización permite evaluar la observabilidad de los objetos y de sus atributos físicos en dimensiones con distintos grados de libertad. Una de ellas se corresponde a la *inmediación* entre el nivel inicial y el estado final, más precisamente con qué objetos o propiedades de objetos específicos puede interactuar el par ordenado $\langle x, P \rangle$ de manera informativa. Así, existen tres valores o grados admisibles de esta dimensión. Uno de ellos puede significar que un objeto o sus propiedades específicas no interactúan de ninguna manera con el sistema de observación (aparatos, componentes; etc.) y por ende con el observador humano. Estas entidades son consideradas *inobservables en principio*, ya que las teorías físicas que las describen excluyen explícitamente cualquier interacción posible. Otro valor de la inmediación se vincula con aquellos objetos que sólo interactúan con los instrumentos de observación y no con los órganos sensitivos humanos, o por lo menos no directamente. Según Kosso, estos objetos son *imperceptibles de hecho*. El tercer valor de esta dimensión se corresponde con ciertos objetos y cualidades que son *perceptibles*, es decir, que interactúan informativamente con el sensorio humano sin la asistencia de algún auxiliar que intermedie durante el proceso observacional.

Una segunda clase de dimensión es la *rectitud* o el *carácter directo* en el número de intermediarios o de múltiples mensajeros requeridos en la transmisión de la información desde el estado inicial del objeto hasta el estado final del observador humano. Esta clase está directamente asociada al segundo valor mencionado en la inmediación de la observabilidad. La tercera dimensión caracterizada por Kosso se refiere al *nivel de interpretación* necesario para vincular la información adquirida en una etapa final con aquélla de otra inicial.⁴ Precisamente, esta dimensión permite evaluar cuán codificada y

⁴ Este autor define esta dimensión de la observabilidad como la cantidad de interpretación [*amount of interpretation*] necesaria para correlacionar la información presente en ambos extremos del proceso observacional. Ello sugiere cierta ambigüedad al presuponer que la noción de interpretación es un concepto métrico o cuantitativo. Sin embargo, él subordina dicha noción a una concepción semántica y cualitativa de la información, la cual es tomada de Dretske (1981).

anidada se halla la información original en la salida proporcionada por el sistema de observación empleado. Por último, la cuarta dimensión de la observabilidad está vinculada a la *independencia de la interpretación*. Esto significa cuán autónomas son las leyes que rigen la transmisión física de la señal y que explican su transporte con respecto a la teoría de la fuente observada. Estas dos últimas dimensiones son fundamentales en la adquisición y en el procesamiento de los datos. Kosso (1988) no justifica la distinción entre la naturaleza física de la señal y la señal como transporte de la información. Así, al discriminar señal de ruido, un observador podría confundir dos planos conceptuales diferentes que aluden tanto a un aspecto material y causal de la señal como a otro ficcional y no físico, respectivamente. En *Detecting Extrasolar Planets*, Kosso (2006) hace esta salvedad refiriéndose a la discriminación entre información relevante y no relevante en el procesamiento de los datos. No obstante, este aspecto parece ser problemático en su caracterización de la observabilidad.

IV. El método morfológico de Zwicky: generación y reconocimiento de patrones.

Según Zwicky, la mayoría de los esfuerzos individuales, llevados a cabo por los astrónomos más prestigiosos, no han alcanzado a explorar e integrar todas las áreas de la astronomía contemporánea. De esta manera, el énfasis en desarrollar métodos generales ha permitido obtener una perspectiva integral ante situaciones observacionales complejas. Este autor afirma que su método intenta brindar cierto orden, estableciendo grados de generalizaciones innovadoras. Así, la finalidad del pensamiento morfológico consiste en dar numerosas aproximaciones como soluciones posibles de problemas específicos referidos a la observación de determinados objetos astronómicos. Cada una de estas soluciones es elegida por un observador particular. Éste puede comprenderla en detalle, pero no de forma aislada respecto de las otras presentes en la visualización de la representación esquemática. Pese a que en su artículo publicado en *The Observatory* (Zwicky, 1948) no provee una formalización de este método, la misma es dada en su libro *Morphological Astronomy* (Zwicky, 1957). A los propósitos de este trabajo, no se desarrollará la justificación formal del método, sino que sólo se van a mencionar algunos principios relevantes.

El método de Zwicky no intenta establecer relaciones físicas y series causales entre los objetos astronómicos bajo investigación. Precisamente, el propósito del mismo reside en definir interrelaciones entre diferentes aspectos coexistentes, es decir, establecer correlaciones entre las propiedades observables de los diversos objetos implicados en la cadena de observación astronómica. El éxito de este pensamiento depende de cuánto pueda el astrónomo desprenderse de sus doctrinas, convenciones y prejuicios epistémicos involucrados en el proceso observacional. Este principio de liberación permite que el análisis morfológico no se limite a campos específicos de áreas particulares de la astronomía. En consecuencia, pueden generarse nuevas aproximaciones para la resolución de problemas concretos. De esta manera, el análisis morfológico consiste en enunciar un problema dado de forma general, tal que permita su aplicación. Además, se requiere de una representación visual que pueda abarcar la mayor cantidad de objetos y propiedades asociados al planteamiento generalizado del problema. Éstos pueden ser considerados parámetros cualitativos y cuantitativos relevantes, los que conforman una matriz morfológica. Otro de los principios de este análisis establece que, en cada parámetro, los atributos correspondientes a un objeto en particular deben ser consistentes. Ello significa que las propiedades de cada objeto considerado no deben ser contradictorias entre sí; si lo fueran, se cancelarían. Un aspecto importante de la matriz o caja morfológica es que puede representar diferentes correlaciones entre las variadas propiedades de cada objeto, es decir, entre los diversos parámetros de la misma. Esto brinda un gran número de soluciones posibles, las cuales requieren de la *acción directa* del observador para su reconocimiento visual en la matriz [Fig. 1]. Esto permite seleccionar aquellos resultados que puedan ser relevantes a la hora de definir nuevas clasificaciones de las entidades tomadas bajo consideración.

Matriz Morfológica o Caja de Zwicky

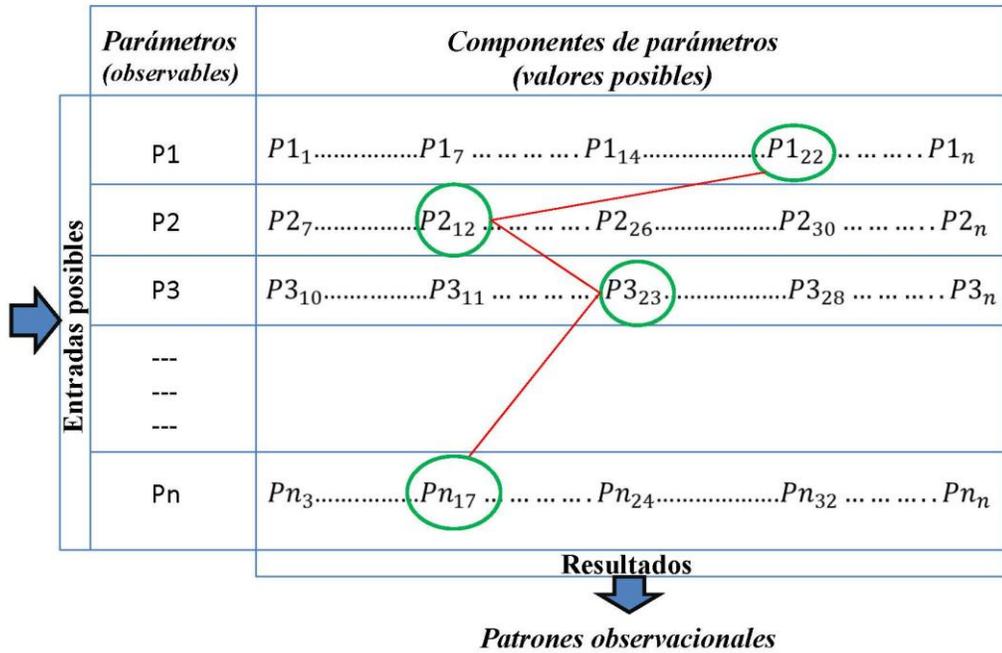


Fig. 1

Zwicky menciona que las aproximaciones o resultados posibles arrojados por la matriz son “verdades” que se transmiten de persona a persona mediante alguna clase de señal, signo o cualquier otro medio de comunicación. Estas verdades comunicables pueden ser consideradas patrones que se corresponden a enunciados observacionales construidos en la caja morfológica a partir de ciertas correlaciones definidas. Así, otro de los fundamentos del pensamiento morfológico, denominado *el principio de flexibilidad de la verdad comunicable*, sostiene que ninguna “verdad” formulada en enunciados finitos es absoluta. Por ello, estos últimos son flexibles e incompletos y son capaces de expansión y de refinamiento. Este autor asevera que este principio subyace en *la inagotabilidad de los aspectos de la vida*. Este supuesto heurístico define una idea de progreso epistémico interminable mediante la construcción de un pensamiento seguida de una acción, o sea, negando verdades pasadas y construyendo otras nuevas. En la práctica, la aplicación de

estos principios proporciona al observador indicios o pistas útiles a la hora de establecer taxonomías de objetos astronómicos.

V. Estudio de caso: propiedades observables de sistemas de galaxias.

A los fines de ilustrar lo dicho anteriormente se establecerá un contraste de las dos posiciones epistemológicas, mencionadas al comienzo, en una matriz morfológica [Fig. 2].

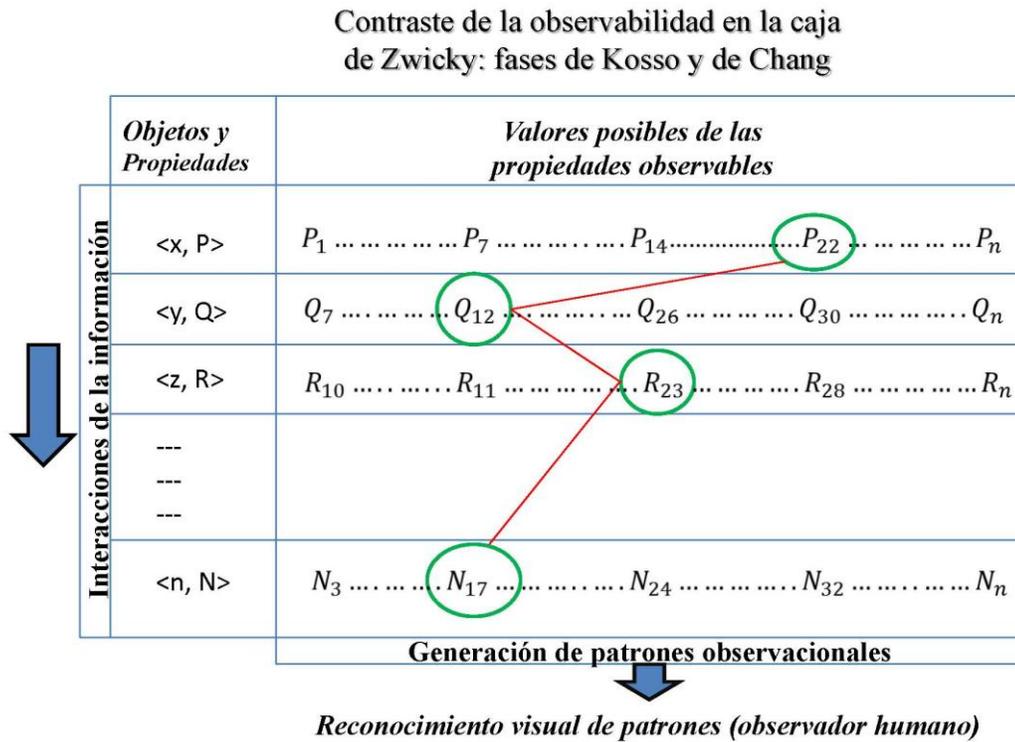


Fig. 2

En esta matriz se presentan las dos fases de la observabilidad, correspondientes a las caracterizaciones de Kosso y Chang respectivamente, que subyacen en el análisis morfológico. Considerando el caso astronómico, la primera fase concierne a una sucesión de pares ordenados de objetos (galaxias, grupos, cúmulos, instrumentos y accesorios; etc.) y de sus respectivas propiedades físicas (tipo morfológico, color, luminosidad, masa de los halos de materia oscura y la distancia al centro de los mismos, eficiencia de los detectores;

etc.). La segunda fase se refiere a los diferentes valores de cada propiedad, o relación de propiedades, y a sus correlaciones con otras de los diversos niveles o estados representados.

A partir de las investigaciones recientes, basadas en los catálogos de galaxias producidos por los telescopios Sloan (SDSS) y anglo-australiano (2dF), se han podido realizar nuevas observaciones de las propiedades de los grupos y de sus galaxias miembros. Esto ha posibilitado dar diferentes definiciones de estos sistemas galácticos. De acuerdo con Muriel (2006), vale la pregunta sobre cuál es la diferencia entre cúmulos y grupos y por qué no hablar de sistemas de galaxias en general. Más allá de si existen diferencias en las propiedades físicas que presentan estos objetos, este autor sostiene que hay cuestiones observacionales que sugieren que los mismos sean estudiados de forma independiente. De esta manera, la identificación de cúmulos puede ser llevada a cabo en catálogos bidimensionales. A diferencia, los grupos de galaxias, al ser menos densos, son identificados en catálogos espectroscópicos, es decir, que consideran corrimiento hacia el rojo o *redshift*. No obstante, hay intentos de dar diferentes definiciones de estos últimos sistemas basados en sus atributos, tales como: agregados de galaxias con sobre-densidad, sistemas con menos de cinco galaxias brillantes, o bien, con una dispersión de velocidades determinada. Por otra parte, estas definiciones sugieren clasificaciones de estos objetos, tales como: grupos difusos (confinados o en equilibrio), grupos compactos y grupos fósiles.

Según Muriel, las técnicas de identificación espectroscópicas pueden proveer información incompleta debido a las velocidades peculiares de los grupos. En el caso de los sistemas masivos, el error es producido por la elongación de estos objetos en la línea de la visual. Estas limitaciones observacionales deben ser consideradas parámetros de la matriz morfológica, tales como las propiedades asociadas a los instrumentos del sistema de observación. Al describir las interacciones informacionales de la fase de Kosso, dadas en la primera columna de la caja (ver figura 2), algunos autores ponen énfasis en que la identificación de los cúmulos también posee una dependencia de las técnicas empleadas. Así, Coenda y Muriel (2008) sostienen que ciertas cualidades físicas de las galaxias miembros dependen de diferentes técnicas de identificación (en rayos X y de secuencia roja) de dos catálogos (ROSAT y MaxBCG) basados en el SDSS. Los resultados a los que arriban estos autores se encuentran expresados de dos maneras: en términos de relaciones binarias de propiedades intrínsecas de las galaxias (tamaño-luminosidad, por ejemplo) y en

términos de correlaciones con ciertos atributos físicos del cúmulo (como la distancia al centro del mismo).

De esta manera, muchas de las propiedades de las galaxias, como sus aspectos estructurales, su formación estelar o su brillo superficial, correlacionan con otras pertenecientes a su entorno. No obstante, se desconoce cuál de todas las cualidades observacionales de los miembros, que conforman los grupos y los cúmulos, se adecuan de manera eficaz con su ambiente astrofísico. La estrategia metodológica consiste en seleccionar una o más propiedades de los miembros, establecer relaciones entre ellas e inferir cuáles predice mejor las propiedades del sistema. En esta dirección, Martínez y Muriel (2006) afirman que el color es la propiedad de las galaxias que predice eficientemente la masa del grupo. Esto igualmente resulta al considerar el par de propiedades color-magnitud absoluta. También, el color es el mejor trazador de la distancia al centro del grupo y lo mismo se da al tomar el par color-tipo espectral.

Estas propiedades, y sus variadas relaciones, se corresponden con objetos específicos (como galaxias, grupos o cúmulos) y se hallan representadas por los pares ordenados de la matriz morfológica. Estos pares interactúan informacionalmente con otros, tales como los diversos medios perturbadores extrínsecos e intrínsecos presentes en la fase de Kosso. A diferencia, en la fase de Chang, se muestran los diferentes valores de las propiedades observables de los objetos de cada nivel. Dichos valores posibles son datos observables cualitativos o cuantitativos que correlacionan entre sí, bajo alguna semántica dada por el observador al momento de visualizar la caja de Zwicky. En este sentido, otros autores no necesariamente reconocen las mismas correlaciones que se ajustan a las diferentes interpretaciones, propias de cada investigación. Así, Añorve et al. (2010) sostienen que aunque exista una fuerte evidencia de la dependencia de las propiedades de los miembros con el entorno, ciertos aspectos estructurales de las galaxias dependen de transformaciones internas y no sólo de mecanismos astrofísicos externos como la presión de arrastre del medio intracúmulo sobre el medio interestelar de las galaxias, fusiones de las mismas o el truncamiento de los halos de materia oscura. Ellos concluyen que las galaxias lenticulares, observadas en una amplia muestra, son el resultado de ciertos procesos dinámicos que transforman los bulbos y los discos de las galaxias espirales del sistema.

Otras investigaciones hacen referencia a diferentes correlaciones que acentúan el rol y la influencia de un entorno local en las galaxias centrales de los cúmulos y de los grupos. De esta manera, Guo et al. (2009) aseveran que la forma y el tamaño de estas galaxias dependen de ciertas cualidades propias (como su masa estelar), de los atributos del entorno global (como la masa del halo del grupo) y del entorno local (como su distancia al centro del halo). Debido a la posición privilegiada que ocupan las galaxias centrales en estos sistemas, ellos concluyen que los aspectos estructurales observados dependen fundamentalmente de la masa estelar de las mismas. Por otro lado, Weinmann et al. (2006) sostienen que las correlaciones entre varios atributos de las galaxias y su entorno en los grupos obedecen a las escalas tomadas bajo consideración. Ellos relacionan algunas propiedades cuantitativas de los miembros, como el color y la tasa de formación estelar, con otras cualitativas, como tipos de galaxias tempranas, tardías e intermedias. A una cierta luminosidad del grupo se observa que la masa del halo decrece y la fracción de galaxias tempranas disminuye, mientras que la proporción de galaxias tardías aumenta. En contraste, dada una masa fija del halo, se observa que la dependencia de estas fracciones con respecto a la luminosidad es débil. Puesto que la masa del halo está basada en la luminosidad del sistema, surge una discrepancia en las correlaciones entre ambas propiedades del entorno y los tipos de galaxias observadas a diferentes escalas. Estos autores concluyen que aunque los tipos tempranos y tardíos correlacionan fuertemente con la distancia al centro del halo, la fracción de tipo intermedio es independiente con respecto a las cualidades de su entorno.

VI. Conclusión:

En este trabajo, se han integrado diferentes aspectos relevantes de dos caracterizaciones distintas de la observabilidad y se ha realizado un contraste con el método de análisis morfológico. Al considerarse un ejemplo, se ha podido notar la importancia y el alcance de esta herramienta metodológica en las prácticas astronómicas actuales; en particular, en aquellas inherentes a la identificación y a la observación de grupos y cúmulos de galaxias. Elaborar aproximaciones morfológicas de los objetos que conforman la estructura del universo a gran escala puede resultar una tarea abrumadora. No obstante, al reconocer los numerosos y variados aspectos que inciden en la observación de tales cuerpos, puede

mostrarse el grado de sofisticación del proceso como un todo. Esta metodología observacional es una guía heurística que permite a los astrónomos, en un contexto de búsqueda o descubrimiento, arribar a resoluciones de problemas complejos.

Finalmente, se concluye que la primera fase de la observabilidad representa el compromiso fenomenológico del observador, mientras que la segunda muestra las correlaciones establecidas por el mismo. Estas últimas son propiedades que, a diferencia de aquellas presentes en la primera fase, no poseen una referencia a objetos concretos. Como se mostró, estas propiedades son construidas en la matriz morfológica y son consideradas como enunciados observacionales que se corresponden a procesos y a eventos específicos. De esta forma, las numerosas aproximaciones arrojadas son patrones observacionales de situaciones particulares, reconocidos visualmente por el observador humano.

Referencias:

- Añorve, C., et al. (2010). "Cluster Galaxy Morphologies: The Relationship among Structural Parameters, Activity and the Environment". *AIP Conference Proceedings*. S. Heinz and E. Wilcots (eds.). Vol. 1201, 131-134.
- Chang, H. (2005). "A Case for Old-Fashioned Observability, and a Reconstructed Constructive Empiricism". *Philosophy of Science*. Vol. 72, No. 5, 876-887.
- Coenda, V., Muriel, H. (2008). "Cúmulos de Galaxias en rayos X y MaxBCG: Propiedades de Galaxias Brillantes". *Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía*. G. Dubner, D. García Lambas, A. E. Piatti y F. A. Bareilles (eds.). Vol. 51, 247-250.
- Dretske, F. (1981). *Knowledge and the Flow of Information*. Cambridge: MIT Press.
- Guo, Y., et al. (2009). "Structural Properties of Central Galaxies in Groups and Clusters". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Vol. 398, 1129-1149.
- Kosso, P. (1988). "Dimensions of Observability". *British Journal for the Philosophy of Science*. Vol. 39, No. 4, 449-467.
- Kosso, P. (2006). "Detecting Extrasolar Planets". *Studies in History and Philosophy of Science*. Vol. 37, 224-236.
- Martínez, J. H., Muriel, H. (2006). "Groups of Galaxies: Relationship between Environment and Galaxy Properties". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Vol. 370, 1003-1007.
- Maxwell, G. (1962). "El Estatus Ontológico de las Entidades Teóricas". En *Filosofía de la Ciencia: Teoría y Observación*. L. Olivé y A. R. Pérez Ransanz (trad. y eds. – 1989). México: Siglo XXI Editores – UNAM.

- Muriel, H. (2006). "Grupos de Galaxias en la era del SDSS y el 2dF". *Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía*. G. Dubner, M. Abadi y S. Malaroda (eds.). Vol. 49, 238-245.
- Shapere, D. (1982). "El Concepto de Observación en Ciencia y en Filosofía". En *Filosofía de la Ciencia: Teoría y Observación*. L. Olivé y A. R. Pérez Ransanz (trad. y eds. – 1989). México: Siglo XXI Editores – UNAM.
- van Fraassen, C. B. (1980). *The Scientific Image*. Oxford: Oxford University Press.
- Weinmann, M. S., et al. (2006). "Properties of Galaxy Groups in the SDSS: I.– The Dependence of Colour, Star Formation, and Morphology on Halo Mass". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Vol. 366, 2-28.
- Zwicky, F. (1948). "Morphological Astronomy". *The Observatory. The Halley Lecture for 1948*. Vol. 68, No. 845, 121-143.
- Zwicky, F. (1957). *Morphological Astronomy*. Berlin: Springer-Verlag.