

Fractales en ciencia y arte

Virginia Ferro

► **To cite this version:**

Virginia Ferro. Fractales en ciencia y arte: Discusiones posibles en el marco de las concepciones realistas y antirrealistas en la Filosofía de la Ciencia. 2012. hal-00699921

HAL Id: hal-00699921

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00699921>

Preprint submitted on 22 May 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Fractales en ciencia y arte. Discusiones posibles en el marco de las concepciones realistas y antirrealistas en la Filosofía de la Ciencia.

María Virginia Elisa Ferroⁱ

Palabras clave: realismo científico, antirrealismo, fractales.

Introducción

Los fractales presentan una serie de atributos que han sido estudiados a lo largo de las últimas décadas con mayor detenimiento, tales como belleza, inexistencia de autor y de color, infinitud, diversidad, rebeldía, monstruosidad, naturalidad, animación, irrepresentabilidad, indefinición, paradoja o complejidad, entre otras.

Sus aplicaciones en el ámbito científico son múltiples, atravesando un espectro disciplinar heterogéneo. En el arte, la imagen, estructura, textura y contexto de la misma, nos desafían a plantarnos interrogantes vinculados con la realidad y la virtualidad. Como en ciencia, en el arte sus aplicaciones también son diversas.

Pero los fractales pueden ser presentados en estos campos en el marco de las discusiones de la Filosofía de la Ciencia de los últimos decenios.

Por un lado, la concepción realista de la ciencia, y un autor clave: Ian Hacking en textos clásicos: “Representación e Intervención” (1991); “La construcción social de qué” (2000); “¿Por qué el lenguaje importa a la Filosofía” (1979).

Por otro lado, la concepción antirrealista de la ciencia, de la familia semántica, aquí representado por Bas van Fraassen, en sus obras “La imagen científica” (1980), y “Representación científica: Paradojas y perspectivas” (2008).

El realismo científico claramente establece la existencia de entidades, estados y procesos que son descriptos en el marco de una teoría, y de la cual puede llegar a saberse con certeza si tanto las entidades como las teorías, son verdaderas o falsas.

Para Hacking, la realidad y la representación están vinculadas, lo que puede representarse abarca objetos físicos (figuras, estatuas, pinturas, objetos en general), la representación es externa y pública.

El antirrealismo científico apuesta sin reparos sobre la existencia de entidades directamente observables, y sobre entidades inobservables nos informan que son ficciones, construcciones lógicas, o partes de un instrumental para razonar sobre el mundo. Con respecto a las teorías, estas son consideradas como construcciones teóricas, instrumentos para pensar, y que pueden ser adecuadas, aplicables o garantizar una aplicación.

Bas van Fraassen reconoce que los científicos están insertos en las teorías que proponen, y que justamente hacen uso de una teoría pictórica del mundo cuando exploran nuevos fenómenos, en este sentido, la ciencia es representación del mundo. El autor mencionado, pone el acento en la representación en sentido pragmático, en la noción de uso.

Desde la mirada de los artistas interesados en el arte fractal, ciencia y arte se funden para representar una nueva visión del mundo basada en la complejidad, y en el uso de

técnicas como la infografía y el arte digital. La imagen no representa el mundo, sino que crea mundos paralelos mediante el modelado, el uso de animaciones, simulaciones y realidades virtuales. Una imagen fractal, va más allá de ser una simple imitación del mundo, es una metáfora de la pintura que simboliza el arte. La imagen reflexiona sobre la propia imagen.

En este trabajo abordaremos cuestiones vinculadas con representación, sentido y referencia, imagen, entidades, modelos y metáforas, en torno a fractales, como punto de encuentro entre la ciencia y el arte.

Ian Hacking: Un realista muy particular

En el texto “¿Por qué el lenguaje importa a la filosofía?” (1979), Hacking sostiene que No importa el significado, sino el contexto de uso del lenguaje y su historicidad, de esta forma presenta un recorrido filosófico donde diferencia periodos en tanto el apogeo estuvo centrado en las ideas (internas); el significado (con vistas a cumplir requisitos tales como ser verificables) y de las oraciones (interés por el lenguaje en sí, colectivo, público).

En “La construcción social de qué” (2001), Hacking, analiza las metáforas de guerra o modelos donde podríamos ubicar el enfrentamiento discursivo entre realistas/antirealistas. La construcción opera siempre a través del lenguaje; distinguiendo palabras que funcionan en distintos niveles según se trate de objetos, ideas y “palabras ascensor”.

En el fondo, Hacking nos mostrará que se construyen clasificaciones y matrices, etiquetas o clases. Lo que podrá diferenciar a las ciencias naturales de las sociales serán el tipo de clases construidas. En el primer caso, clases indiferentes y en el segundo, interactivas.

Tanto en esta obra como en “Representar e intervenir” (1991), Hacking se hace eco de las ideas de Fleck en su célebre obra de 1935 “La génesis de un hecho científico”, de quien tomará ideas tales como los hechos científicos existen dentro de **estilos de pensamiento**. Para Hacking los **estilos de razonamiento** son representaciones metafísicas de cómo se vincula el mundo con los hechos, y se distanciará de la concepción *standard* realista, en cuanto sostendrá que el mundo no viene en una única estructura pre-empaquetada.

Cada estilo de razonamiento se ha hecho independientemente de su historia, se ha transformado en lo que creemos ser cierto canon de objetividad, un *standard* o modelo de lo que debe ser razonable acerca de este o ese tipo de conocimiento. La principal característica de los estilos de razonamiento es la innovación, ya que cada estilo introduce el mayor número de elementos innovadores en forma abierta, progresiva y creativa. Cada estilo de razonamiento introduce tipos de: objetos, evidencias, proposiciones (nuevas formas de establecer la verdad o falsedad, leyes o modalidades, posibilidades).

En “Representar e Intervenir” (1991), plantea **dos tipos de realismo**: el interno (vinculado a entidades) y el externo (relacionado con teorías), y en este marco inserta la distinción entre representar (teorías para informarnos acerca de cómo es el mundo) e intervenir (experimentación y tecnología consecuente para cambiar el mundo). Para

Hacking nosotros representamos para ordenar la intervención y nosotros intervenimos para iluminar nuestras representaciones.

En este texto, una vez más Hacking, pondrá el énfasis sobre la intervención, la práctica, la experimentación. (Iglesias de Castro. 2004)

Las relaciones entre teoría y experimento pueden verse desde cuatro ángulos: 1- La forma en que se vinculan observación, experimento, teoría en la historia. 2- La relación entre teoría y experimento en función de intereses prácticos, ya que los experimentos son intentos imaginativos para perfeccionar la tecnología existente. 3- Se puede obtener conocimiento del mundo, de tipo experimental y práctico sin haber desarrollado previamente una comprensión teórica articulada. 4- Puede darse una interacción entre experimento y teoría dentro de una misma ciencia de diferentes maneras. Las teorías no siempre se deben a una elaboración previa de la práctica, pueden comenzar como una especulación. La dimensión teórica tiene modelos de distintos tipos (teóricos, de aparatos o **aproximaciones**). Existe un valor aproximativo para elaborar *a posteriori* una teoría.

Lo mismo puede decirse en torno de la observación, ya que no siempre depende de la teoría. Hacking establece una relación con la percepción o visibilidad de las entidades. La observación está atravesada por la experimentación. En la práctica científica existen enunciados o modos de concebir los problemas que son pre-teóricos.

Vinculada a la experimentación y la intervención aparece la noción “**creación de fenómenos**”, para Hacking un fenómeno es algo público, regular, posiblemente una forma de ley, pero tal vez excepcional. Para Van Fraassen, “salvar los fenómenos” significa crear un sistema de cálculo que encaje en las regularidades.

Bas van Fraassen: Del empirismo constructivo

En “La imagen científica” (1980), van Fraassen pone al descubierto la rivalidad entre las concepciones ontológicas de dos escuelas filosóficas, el realismo y el empirismo científico, presentando el autor su posición como un empirismo moderado o empirismo constructivo. En esta obra, los puntos neurálgicos de su exposición se centrarán en su visión de teorías como construcciones científicas, los lenguajes teóricos empleados y los conceptos tan ampliamente debatidos: la adecuación empírica y la necesidad de salvar los fenómenos. (Guerrero Pino 2007) (Gonzalo 2004)

Desde el empirismo constructivo, una teoría debe entenderse como una **descripción tentativa de la realidad o un intento para acertar a la verdad**, que en algunos casos consiguen reflejar la estructura real del universo. Bas van Fraassen sostendrá que no existe razón para suponer que lo que nos describen las teorías científicas es verdadero, ni siquiera que el objetivo de la ciencia es producir teorías verdaderas, la historia de la ciencia no es más que una sucesión de teorías falsas, y que la aceptación de una teoría depende de que esta sea **empíricamente adecuada (rescatando los fenómenos observables pasados, presentes y futuros)** entre las proposiciones teóricas y la realidad observable. Bas van Fraassen empleó una distinción lingüística **por lo que es y no es humanamente observable**, reemplazando la distinción clásica entre términos teóricos y observacionales. (van Fraassen, 1980;1984;1993)

Sus intereses en los últimos veinte años se deslizaron sobre el tema de las explicaciones en la ciencia, la visión empirista en mecánica cuántica y artículos varios donde defendía enérgicamente al nuevo empirismo.

A fines de los 90, volveremos a encontrarnos con dos artículos que particularmente nos remiten a las temáticas abordadas en “La imagen científica ”(1980)

En “Estructura y Perspectiva: perplejidad filosófica y paradoja” (1997), propone revisar las posturas estructuralistas y particularmente las semánticas en filosofía de la ciencia. El centro de su argumentación será la noción de estructura como opuesta a contenido. Su cuestionamiento recaerá sobre las estrictas descripciones invariantes sobre cambios de perspectivas (incluyendo temáticas tales como: referencia, observadores, conjuntos de medidas alternativas), y como consecuencia de esto, la desaparición del contenido y de la perspectiva individual.

En el artículo “La imagen manifiesta y la imagen científica” (1999), volverá a discutir cómo las descripciones teóricas se presentan como una sucesión de imágenes pictóricas en ciencia.

En el 2008, van Fraassen publica el texto “Representación científica: paradojas y perspectivas”, dónde justamente la discusión pondrá el acento sobre la representación en ciencia en un **sentido pragmático**: esto es en el sentido de que algunas cosas son usadas, hechas o tenidas para representar en el marco de un **contexto determinado**. Por ejemplo los cuadros y diagramas que se **usan** para representar objetos o procesos en el mundo. Lo que importa no es el cuadro en si, sino **la intención y las metas** de quienes los utilizan. En este sentido se aleja de “representación de la naturaleza” (lo naturalmente producido), como también de representación como imagen mental. La ciencia será siempre una **representación externa**. Van Fraassen agregará una distinción a la dicotomía utilizada por el empirismo clásico entre teoría y observación basándose en una división tripartita: **apariencia, fenómeno y teoría**.

Cuando se refiere a **fenómenos**, habla sobre entidades humanamente observables (objetos, eventos y procesos) que son usados para explicar en ciencia mediante el empleo de teorías. Lo humanamente observable generalmente presenta la característica de no ser homogéneo.

Las **apariencias** tienen que ver con los contenidos de las observaciones o con la medición y está relacionada con la **perspectiva**, ya que medir implica siempre una interacción física entre objeto y aparato, y deben satisfacer un **criterio de representación** (lo que está afuera representa un cierto nivel de abstracción acorde con la teoría). En este sentido, la representación es lo que nosotros **vemos como** en el proceso de medida. Las apariencias son como los fenómenos tomados desde varias perspectivas (modificando lugares o instrumentos). Un instrumento (un microscopio o un telescopio) no es una ventana para ver el mundo, sino cumplen la función de crear nuevos fenómenos observables. Van Fraassen dirá que un microscopio produce un nuevo fenómeno, una **imagen** que es teóricamente idéntica como lo que se observa y es públicamente accesible. Lo que realmente importa es cómo se producen las imágenes, ese cómo responde a la meta que tiene toda teoría de explicar (teoría pictórica).

La noción de teoría se vincula con la de **modelo**. La ciencia representa los fenómenos empíricos en términos de estructuras abstractas o matemáticas (**modelos teóricos**), que contienen **modelos de datos o igualados** que se construyen sobre la base de resultados siguiendo un camino determinado, seleccionando criterios relevantes, en ocasiones particulares en una práctica experimental o conjunto observacional designado para este propósito. Debe existir coordinación entre modelos de datos con modelos teóricos. La ciencia explica cómo las apariencias son producidas en la realidad

Representación de qué?

Callender y Cohen (2006) abordan el problema de la representación científica a partir de la Filosofía de la Ciencia de la década del 60, puntualizando los trabajos de Suppes, van Fraassen y Giere, esto es, tomando como base de discusión la llamada “concepción semántica” y situándola en torno a la pregunta ¿Qué constituye la representación en la relación entre un modelo y el mundo?. Las repuestas presentan graduaciones tales como: similaridad, isomorfismo, isomorfismo parcial o generación inferencial. Una segunda pregunta que guía sus intereses en el artículo mencionado se relaciona con ¿Cómo los filósofos han entendido el término “representación”?, mencionando dos tipos básicos de representación de origen griego:

- 1- Representación general, que incluye entidades de todo tipo, que no distingue teorías que pudieran provenir del ámbito artístico como el lingüístico y que siempre puede ser explicada a partir de estados mentales.
- 2- Representación específica, que distingue por un lado la representación natural y la representación no natural o artificial

“Natural representations are those whose representational powers are constituted independently of the mental states of their users/makers; these would include the number of rings on a tree (representing the age of the tree); the presence of smoke (representing the concomitant presence of fire), and so on. Non-natural representations, by contrast, are produced by human beings for the purpose of communicating something to an audience; this class would include linguistic tokens, some artworks, pre-arranged signals, and the like”. (Callender y Cohen. Pág. 11 2006)

Claro está que gran parte del debate entre realistas y antirrealistas de los últimos años abarca a ambos tipos de representación, siendo puntualmente en la específica donde se plantean problemas sobre la existencia o no entidades teóricas y sobre el *status* de las teorías (verdad/falsedad; adecuación empírica).

Desde la postura realista de Hacking, aquí interesa rescatar conceptos como: “metáforas de guerra”, “palabras ascensor” y “clases interactivas”, y “representación”.

El realismo científico claramente establece la existencia de entidades, estados y procesos que son descriptos en el marco de una teoría, y de la cual puede llegar a saberse con certeza si tanto las entidades como las teorías, son verdaderas o falsas.

Hacking distingue entre **el realismo interno y el externo**. En el primer caso, esta ligado a la obtención de teorías (que otorgan significado) para describir la realidad que sean **coherentes** con la existencia de objetos del mundo. En el segundo caso, se trata de la relación de **correspondencia** entre palabras y signos pensados y objetos o conjuntos de objetos que existen en el mundo. Hacking tiene preferencia por el realismo interno.

En el marco de las llamadas “palabras ascensor”, allí podríamos ubicar a los términos “representar” y “representación”. Según Hacking, se trata de las definiciones de diccionario que tienden a ser definidas circularmente.

*“**Representación:** función y efecto de representar o representarse. Figura o idea que remplace a la realidad” (...)* *“**Representar:** hacer presente una cosa en la imaginación por medio de palabras o figuras, ser imagen o símbolo de una cosa, informar, referir, declarar”.* (Diccionario de la Real Academia Española)

Hacking (2000. Págs. 48 y ss.) distingue tres tipos de cosas que se dice son socialmente construidas:

1- Objetos

2- Ideas, concepciones, conceptos, creencias, disposiciones y teorías

3- Palabras ascensor: los hechos, la verdad, la realidad y el conocimiento.

Claro está que el lenguaje y lo que se puede construir con el mismo está en estrecha vinculación.

Para Hacking, los objetos no existen independientemente de los esquemas conceptuales (**estilos de razonamiento**). La realidad y la representación están vinculadas. Ya en “Representar e intervenir”, Hacking sostiene (Pág. 133.1991)

*“Cuando yo hablo de representaciones: 1- Objetos físicos: figuras, estatuas, pinturas, objetos en general; 2- es externa y pública; 3- Las teorías son representaciones; 4- Una representación puede ser verbal; 5- El hombre es un **homo depíctor** no homo faber; 6- La representación tiene que ver con la semejanza; 7- Hay estilos de representación. (...) Primero hay representación y entonces hay “real”. Primero hay representación y mucho más tarde se crean los conceptos en términos con los cuales describir lo que es semejante”*

Lo que puede representarse abarca **objetos físicos** (figuras, estatuas, pinturas, objetos en general), tanto como **teorías**, ya que una representación puede ser verbal.

La representación siempre es **externa y pública e histórica**.

El antirrealismo científico apuesta sin reparos sobre la existencia de entidades directamente observables, y sobre entidades inobservables nos informan que son ficciones, construcciones lógicas, o partes de un instrumental para razonar sobre el mundo. Con respecto a las teorías, estas son consideradas como construcciones teóricas, instrumentos para pensar, y que pueden ser adecuadas, aplicables o garantizar una aplicación.

Para van Fraassen, la representación también es **externa**, es **isomórfica** en relación con los modelos y varía de acuerdo al **contexto y al uso o a la intencionalidad proseguida**. La representación está ligada a la **imagen científica del mundo**, articulada a una teoría. Dos conceptos interesantes en la obra de Bas van Fraassen son los de **“adecuación empírica”** y **“concepción de espacio de estados”**. (Bas V. Fraassen. 1993; 1997; 2000)

La primera se relaciona con una mirada evolutiva del conocimiento científico, donde hay competencia entre teorías con mayor o menor adecuación empírica, y donde primará aquella que presente un **encastre** mejor entre proposiciones teóricas y realidad observable.

La concepción de **espacio de estados** (propia del enfoque semántico del autor), se articula con la condición de diferencia funcional (el carácter funcional del determinismo clásico) y la condición de periodicidad (simetría de traslación en el tiempo). El término espacio de estados, van Fraassen lo toma de la Física Clásica. Donde se entiende que un sistema físico puede tener ciertos estados y que el estado del sistema en un tiempo dado está caracterizado por ciertas magnitudes físicas (observables), relacionadas con el sistema, las cuales pueden tomar ciertos valores. Es posible **representar** la evolución del sistema en el tiempo a través de los espacios de estados.

En Hacking, la noción de “**imagen**”, viene asociada indirectamente con el hombre como homo depictor y con los estilos de razonamiento en ciencia, o relacionada con la discusión en torno a la experimentación y observación.

“The first proposition of my philosophical anthropology is that human beings are depictors. Should the ethnographer tell me of a race that makes no image (not because that is tabu but because no one has thought of representing anything) then I would have to say that those are no people, not homo depictor. If we are persuaded that humankind (and not its predecessors) lived in Olduvai gorge three million years ago, and yet we find nothing much except old skulls and footprints, I would rather postulate that the representations made by those African forbeats have been erased by sand, rather than that people had not yet begun to represent”. (Hacking. 1991. Pág.134)

En van Fraassen, la imagen prima, desde su concepción de las teorías científicas (como mapas, gráficos); en su teoría pictórica de las teorías, y el arte aparece explícitamente mencionado como parte de un proceso de ejemplificación en su texto “Representación: Paradojas y perspectivas”.

Fractales: entre una visión realista y antirrealista

En la entrevista realizada por Eduard Punset a Benoit Mandelbrot en el 2007, el periodista pregunta sobre el origen de la palabra “fractal”.

“Me puse a buscar una palabra bonita de raíz latina para designarlo y cogí un diccionario de latín de mi hijo que había en casa y me puse a buscar “fractura”, “fracción”, etcétera, y me percaté de que todas esas palabras proceden del adjetivo latino “fractus, fracta, fractum” que hacían referencia a aquello en lo que se convierte una piedra al lanzarla: piezas irregulares. Eureka. Ahí estaba el término que necesitaba. Además es una palabra que funcionaba muy bien en francés y en inglés. Y así fue como el libro que carecía de título pasó a llamarse Les objets fractals...”. (Punset.2006. Pág.2)

La definición empezó primero por la palabra y puntualmente por la acepción etimológica.

“Fractal comes from the latin adjective fractus, which has the same roots as fraction and fragment and means “irregular or fragmented”. It is related to frangere which means “to break”. (Froyland. Pág.3.1991)

Pero a su vez, siguiendo a Mandelbrot, puede definirse como un objeto, fenómeno extraño, lenguaje o componente de una teoría (geometría fractal).

Así un fractal es

*“... básicamente una **figura geométrica**, pero definir un fractal no es sencillo, porque se puede correr el riesgo de formalizar una definición imposible de ser aplicada a toda la familia de fractales existentes”* (Raiza Andrade y Cárdenas y Otros.2002. Pág.38)

También puede considerarse como:

“La geometría fractal, es un nuevo lenguaje (...) Se expresa por medio de algoritmos, es decir, por medio de reglas e instrucciones de procedimiento, que requieren la ayuda de un ordenador para convertirse en formas y estructuras” (Jürgens; Peitgen; Saupe. 1996. Pág.46).

“La geometría fractal es un lenguaje, más que un conjunto de figuras. El lenguaje utiliza ciertos algoritmos iterativos, vale decir, reglas y procedimientos repetitivos, que se aplican hasta conseguir una estructura límite que es el fractal resultante”. (Peusner 1994. Pág.5)

“La Teoría de los fractales fue presentada por Mandelbrot en “La geometría fractal de la naturaleza”, en 1977” (Maldonado.2005. Pág.19)

Los fractales pueden ser mencionados como **imagen:**

“Se trata de una imagen fractal, esto es, la representación de un objeto geométrico que puede dividirse en partes o fragmentos irregulares que son una copia reducida del total. Con cada parte o fragmento se puede proceder de forma recursiva, dividiéndola, y siempre se obtienen formas similares a las anteriores”. (Lamarca Lapuente.2008. Pág. 2)

Y, como si fuera un efecto bucle: **imagen morfológica de la naturaleza**, propuesta por el mismo Mandelbrot

“El fractal, en sus diferencias con el concepto de dimensión de Euclides nos llevará hacia una interpretación del entre, de lo fraccionario, de lo sinuoso, una continua manifestación en la misma naturaleza, además, teniendo en cuenta la idea de homotecia interna, un concepto pitagórico sobre la armonía de las formas” (Paglini. 2007. Pág. 1)

El debate entre las posturas realistas y antirrealistas en ciencia nos llevan a preguntarnos:

1-¿Qué es un fractal: entidad o término?

2-¿Qué vinculación existe entre fractal y geometría fractal?

3-¿Esta discusión está presente en el ámbito científico tanto como el artístico?

1-¿Qué es un fractal: entidad o término?

En *“Fractals and the Geometry of Nature”* (2007), Mandelbrot alude a que la geometría fractal puede imitar a la naturaleza, caracteriza a los fractales como autosemejantes, desarrolla con mayor profundidad el concepto de área fractal retomando su trabajo *“How long is the coast of Britain?”* de 1967.

En términos de Mandelbrot, si bien los fractales existen en la naturaleza, tanto el término teórico (fractal), como las características que asume, como la teoría en la cual se desarrolla (geometría fractal), son creaciones humanas.

Para los realistas, sólo podrían existir independientemente del término, como objetos dados en la naturaleza. Para Hacking, la construcción del término “fractal”, se vincularía con una “palabra ascensor” y una “clase interactiva”, utilizadas ambas en

ciencias naturales. Desde los estilos de razonamiento, podría reconstruirse la historia de la geometría, el tránsito de la geometría euclidiana y de los proto-fractales (y la concepción de formas monstruosas o desordenadas, carentes de belleza estética) a la euclidiana con la existencia de fractales realistas en términos de Mandelbrot, especialmente aquellos que se observan de manera natural en el mundo.

Para los antirrealistas, como van Frassen, la geometría fractal sería un buen ejemplo de su postura (el empirismo constructivo), ya que implica ideas tales como la construcción de teorías con adecuación empírica para describir fenómenos, el uso del lenguaje matemático, y hasta “salvar fenómenos” (nuevamente ligados al tema de la monstruosidad matemática); como también en el uso de la noción “espacio de estados” que podría vincularse con los procesos de iteración o de dimensión fractal.

2-¿Qué vinculación existe entre fractal y geometría fractal?.

La vinculación entre fractal y geometría fractal: tiene su punto fuerte en las características propias de los fractales y en las características propias de la teoría del caos o de sistemas dinámicos.

Los fractales presentan una serie de características, tales como belleza, inexistencia de autor, misterio, color, espiritualidad, infinitud, diversidad, rebeldía, monstruosidad, naturalidad, animación, irrepresentabilidad, indefinición, sicodelia, dinamismo, paradoja, complejidad, simplicidad (Ortiz. 2006)

Siguiendo al autor mencionado, hay dos características que llaman nuestra atención:

Inexistencia de autor: *“La mayoría de las representaciones de fractales provienen de impresiones digitales. Y las imágenes digitales no fueron trabajadas con herramientas de diseño digital sino que fueron generadas por un algoritmo, un pequeño código. Este código, a su vez, repite un proceso que probablemente tenga como núcleo una única y simple función matemática”.* (Ortiz.2006. Pág. 3)

La inexistencia de autor, nos deposita en la cuestión de la imagen fractal y de su relación con el lenguaje matemático.

En esta característica se hace visible el tema de la representación por iteración, como construcción, directamente relacionado con el concepto de área fractal.

Siguiendo a Gil-Fourier (2009), la dimensión de un fractal no es un número entero, sino un número decimal, racional o irracional.

“Al poseer una dimensión situada entre dos números enteros, no podremos tratarlo como un volumen y un área definidos. Así, diremos de un fractal con dimensión situada en el intervalo (1,2) que es una superficie no delimitada por una curva o un conjunto de rectas, pero que no llega a ser un plano (su perímetro es infinito y no diferenciable). Si ésta estuviera en (0,1) diríamos que se trata de un conjunto de puntos alineados que no llegan a constituir una recta, pese a ser infinitos y a estar infinitamente próximos entre sí” (Gil-Fourier.2009 Pág. 2)

El tipo de fractal obtenido en el intervalo (1,2) es conocido como una de las figuras de Koch; y en el intervalo (0,1) es el conjunto de Cantor.

“Este significado de la dimensión fractal tiene una interpretación física muy interesante: la dimensión fractal de un objeto es un parámetro que nos cuantifica la capacidad de éste de ocupar espacio, independientemente de la estructura geométrica del mismo. El fractal se extiende por el espacio de dimensión menor (de las dos entre las que se encuentra) repitiendo un mismo motivo indefinidamente, hasta “superar” esa dimensión (al poseer longitudes, áreas o volúmenes infinitos” (Gil-Fourier. 2009 Pág. 2)

Irrepresentabilidad: *“Otro aspecto al que los fractales se rebelan es a ser representados. Toda representación es finita y parcial, infinitamente parcial, debido a su infinita riqueza interior. La mejor forma de representar a un fractal es interactivamente, permitiendo el viaje a través de la escala; aún así, por más viajes que hagamos hacia adentro y por más profundo que llegemos siempre estaremos rascando la corteza de un planeta de radio infinito”.* (Ortiz. 2006. Pág. 6)

Justamente la representación tiene que ver con los métodos para obtener fractales (por iteración).

“Uno de estos métodos es el de iteración de una transformación concerniente a la geometría. Por ejemplo: “divide cada segmento en tres partes y quita la parte central”. Con esta última acción reiterada una y otra vez llegamos al conjunto de Cantor, el primer fractal estudiado. Este método de obtención de fractales es muy sencillo, y con él podemos obtener imágenes semejantes a los copos de nieve, motivos artísticos, etc.” (...) Otra forma de obtener fractales es siguiendo la órbita de un punto en un sistema dinámico caótico. Lo que obtenemos se conoce como atractor extraño y viene a indicar la zona del espacio de fases por la que circulan los distintos puntos del sistema caótico, dando por resultado, por ejemplo el atractor de Lorenz, primer sistema caótico descubierto” (...)

“Una forma distinta a la anterior de generar fractales, es mediante alguna propiedad referente a la sucesión de puntos valores de cada iteración (la órbita del punto inicial). Aplicamos una función sobre un punto, y observamos la tendencia de la sucesión de puntos formada (si converge o no), esta responde al conjunto de Mandelbrot” (Gil-Fourier. 2006 Pág.6).

3-¿Esta discusión está presente en el ámbito científico tanto como el artístico?.

Según Mandelbrot (2007), los artistas ya habían estado trabajando la fractalidad, no lo habían explicado

“Algunos artistas tenían una fuerte sensibilidad hacia lo rugoso y fragmentado, pero al principio yo no lo sabía, nadie lo sabía. Solamente después de desarrollar la geometría fractal se me ocurrió que Hokusai, el genial pintor japonés del período Edo, tenía la una visión extremadamente geométrica. En sus dibujos, siempre aparece alguna forma clásica (el monte Fuji, que es muy suave y casi un cono) varias cosas simples, y todo lo demás es muy abrupto. Sin saberlo, simplemente por motivos estéticos, Hokusai pintaba fractales. Delacroix, también era consciente de ello, pero no es sus cuadros. Una vez, cuando aconsejaba a un joven pintor que había preguntado cómo se dibujaba un árbol, Delacroix dijo: “un árbol se compone de árboles pequeños” (...) “Yo me considero, quizá el padre de la geometría fractal, porque fui el que descubrió que las mismas estructuras de los artistas, y a veces, los filósofos habían utilizado durante milenios de un modo inconsciente podían convertirse en herramientas

para la comprensión de la ciencia. Y también en herramientas para disfrutar, porque los dibujos de fractales son hermosos”. (Punset.2006.Pág. 3).

En “*Les fractales l`art algorithmique, et le test de Turing*” (1994), Mandelbrot, hace referencia a una novedad en ciencia y arte: el cambio que produjo la aparición del ordenador de paisaje visual, algoritmos que engendran fractales y su impacto en el arte como una profunda metamorfosis cualitativa. Los fractales son imágenes autosimilares que deben hacer frente a la imperfección de la infografía. Se trata de una nueva forma de creatividad artificial. Allí distinguía los fractales realistas (que representan aspectos del mundo), de los fractales abstractos.

La indefinición, una de las características mencionadas por Ortiz (2006), también nos ayuda a entender que las variados formas en que se intentan definir los fractales, involucran los campos de aplicación no específicamente ligados sólo al ámbito matemático, o científico.

Indefinición: *“Es así como “fractal” no denota un objeto matemático concreto, no es una palabra estrictamente matemática, y más bien alude a familias de objetos geométricos, incluso reales como veremos, que comparten ciertas propiedades, algunas medibles y otras más intuitivas. Se trata entonces de un imaginario, un sub-universo cultural, y de esta forma se hace más poroso e interesante al no matemático, quien además puede apropiarse acertada y legítimamente de la palabra para usarla en contextos no científicos”.* (Ortiz.2006. Pág.6)

El tipo de imagen se obtiene mediante el empleo de la Geometría Fractal es **infográfica**.

“...generada por ordenador. Se trata de una imagen fractal, esto es, la representación de un objeto geométrico que puede dividirse en partes o fragmentos irregulares que son una copia reducida del total. Cada parte o fragmento se puede proceder de forma recursiva, dividiéndola, y siempre se obtienen formas similares a las anteriores”. (Lamarca Lapuente 2008 Págs.1,2).

El contexto donde se ha producido este tipo de imagen no es otro que en un sistema caótico o dinámico.

“El término infografía se suele utilizar en un sentido restringido para denominar un tipo de gráficos multimedia muy utilizados en prensa, pero también se usa de forma más genérica para designar a la imagen informática o imagen digital sintetizada por el ordenador. Las nuevas tecnologías ofrecen una nueva racionalización de la imagen, las separan del observador humano aun más que lo hizo la fotografía. La imagen digital, en ciertas aplicaciones como la imagen sintetizada por ordenador, pasa a convertirse en una tecnología de producción más que de reproducción. Es posible crear imágenes sin ningún referente real en el mundo físico, y sin cámara, objetivos, lente, ojo, ni observador. La imagen ya no representa el mundo, sino que crea muchos mundos paralelos mediante el modelado, el uso de animaciones, simulaciones y realidades virtuales”. (Lamarca Lapuente. 2008. Pág.4)

Desde un punto de vista artístico, a diferencia del científico y puntualmente en el tema que hoy tratamos: la disputa entre realismo y antirrealismo, no hay lugar para concebir parámetros como verdad/falsedad o adecuación empírica.

“Una imagen no es ni verdadera ni falsa, ni contradictoria, ni imposible. En cuanto que no es argumentación, no es refutable. Los códigos que puede o no movilizar son sólo lecturas o interpretaciones”. (Debray. 1994. Pág. 53).

Y sobre la posibilidad de interpretación:

“el arte fractal, supone una vuelta de turca, al trascender el ojo humano y dotar a la visión del espectador una nueva dimensión iterada. Se pueden ver el mundo y los objetos pasando de una visión “a través” a una visión de la imagen como única realidad, pero una realidad totalizada a través de fragmentos” (...) la descripción del mundo de lo infinitamente pequeño, algo invisible al ojo humano y que los medios de comunicación de masas tradicionales son incapaces de representar” (Lamarca Lapuente 2008 Pág.5)

El arte ha superado a la filosofía en cuanto a un uso originario de los fractales, la ciencia le ha aportado la posibilidad de representar e interpretar, la filosofía de la ciencia ha promovido la discusión acerca de cómo hacerlo.

Conclusión

Tanto Hacking como van Fraassen comparten orígenes de tradición formativa similar (positivismo lógico), pero cada uno ha sido encasillado en concepciones filosóficas contrapuestas: realismo/antirrealismo.

Ambos autores han el tema de la representación pero sin descuidar la práctica o en el uso (del lenguaje como del trabajo científico). Hacking mediante lo que implica el uso del lenguaje más que el significado en si mismo y en la construcción de clases de términos, tanto como en la intervención de la práctica científica mediante el estudio de la experimentación como de la observación. Van Fraassen, en el marco de una concepción semántica de las teorías y del empirismo constructivo, aludirá a la construcción de teorías como si fueran mapas o gráficos; centrando su visión de representación en torno a la perspectiva, a los fenómenos humanamente observables.

Tanto Hacking como van Fraassen incorporan algún tipo de ejemplificación ligado al arte.

Una diferencia notable entre los dos autores sería la importancia de la historia en la argumentación filosófica, que Hacking ligará a los estilos de razonamiento, y que van Fraassen sólo adoptará (exhaustivamente) en forma de ejemplificación en todos sus trabajos, y al sumo en el último introducirá la noción de contexto (vinculado al uso, o a una representación perspectivista en el marco de una concepción pragmática).

Es posible mediante el uso del lenguaje ubicar a los fractales como una entidad que existe en la realidad, pero es mucho más interesante tanto para la ciencia como para el arte colocarlo bajo la órbita de una postura antirrealista. Lo cierto es que es imposible referirnos a cuestiones de validación del conocimiento en arte, y allí no hay lugar para el realismo, y poco para el antirrealismo. Habrá que salvar los fenómenos que son virtuales y que son humanamente visibles, siempre y cuando se utilice el criterio de adecuación empírica (lo que es posible sostener en el caso de los fractales)

La imagen científica del mundo o la representación, deberá ser contemplada en términos plurales y adecuarse a una concepción caótica y dinámica, donde arte y ciencia confluyan en nuevos marcos interpretativos.

Referencias bibliográficas

- Aguilera, N. (1995) Un paseo por el jardín de los fractales. Olimpiada Matemática Argentina. Buenos Aires.
- Callender, C; Cohen, J. (2006) “*There is no special problem about scientific representation.*” *Theoria an International Journal for Theory, History and Foundations of Science*. 21.55. <http://www.ehu.es/ojs/index.php/THEORIA>. (Pp. 7-25)
- Debray, R. (1994). Vida y muerte de la imagen. Historia de la mirada en occidente. Paidós. Buenos Aires.
- Froyland, J. (1991) *Introduction to Chaos and Coherence*. Institute of Physics Publishing. Bristol and Philadelphia.
- Gil-Fournier, A. (2007) “Fractales: ¿Formas de la Naturaleza?”. <http://www.redcientifica.com/doc/doc199903310021>. (Pp.1-6)
- Guerrero Pino, G. (2007) “Van Fraaseen y la concepción estructuralista de las teorías”. *Praxis Filosófica*. N° 25. July/Dic. Cali. (Pp. 1-14)
- Godfrey-Smith, P. (2003) *Theory and Reality. An introduction to the Philosophy of Science*. The University of Chicago Press. Chicago/ London.
- Gonzalo, A. (2004) “Problemas ontosemánticos de las teorías científicas. Una propuesta desde la concepción estructural”. *Tópicos Santa Fe*, N° 12. (Pp.1-14)
- Hacking, I. (1979) ¿Por qué el lenguaje importa a la filosofía? Sudamericana. Buenos Aires.
- Hacking, I (2001) La construcción social de qué?. Paidós. Buenos Aires.
- Hacking, I (1991) *Representing and Intervening. Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Hacking, I. (2000) “*Experimentation and Scientific Realism*”. Schick, T.: *Readings in the Philosophy of Science. From Positivism to Postmodernism*. Mayfield Publishing Company. Mountain View. California. (Pp. 280-288)
- Hacking, I (1993) “*Experimentation and Scientific Realism*”. Boyd, R.; Gasper, P. and J. D. Trout (Eds.) *The Philosophy of Science. A Bradford Book*. The Mitt Press. Cambridge, Massachusetts. (Pp.247-259).
- Iglesias de Castro, M. (2004) “La filosofía de I. Hacking: El giro hacia la práctica en Filosofía de la Ciencia. Utopía y Praxis Latinoamericana. ULP v.9, N°26. Maracaibo. (Pp. 1-28)
- Jürgens, H; Peitgen, H.; D. Saupe (1990) El lenguaje de los fractales. Investigación y Ciencia. N° 169. *Scientific American*. New York – Barcelona. (Pp.46-57)
- Lamarca Lapuente, M.J. (2008) “Arte fractal: Las nuevas tendencias del arte digital”. *Las artes @ Digital*. (Pp.1-6) <http://artesdigital.blogspot.com/2008/11/arte-fractal-las-nuevas-tendencias-del.html>.
- Maldonado, C. E. (2005) “Ciencias de la complejidad: ciencias de los cambios súbitos”. Odeón. Observatorio de Economía y Operaciones Numéricas. Universidad Externado de Colombia. (Pp. 85-125). <http://www.complexsites.com/gpage8.html>.
- Mandelbrot, B. (1967) “*How long is the coast of Britain?. Statistical self-similarity and fractional dimension*. *Science*. 156. Pp.636-638. <http://www.math.yale/>
- Mandelbrot, B (1994) “*Les fractales l'art algorithmique, et le test de Turing. La science et la métamorphose des arts*. Textes réunis par R. Daudel. Paris. PUF. (Pp.39-52)

- Mandelbrot, B (2007) "Fractals and the Geometry of Nature". <http://www.math.yale/> (Pp.168-181)
- Ortiz, S. (2006) "¿Por qué los fractales son tan populares?" Revista Digital Universitaria. 10 de octubre. Vol. 7 N° 10. UNAM. México. (Pp.2-9)
- Paglini, M. (2007) "Mandalas y fractales: Morfologías de la naturaleza". Arte y Diseño Digital. (Pp. 212-215). <http://cumincaades.seix.net/data/works/att/c0e7.content.pdf>.
- Peusner, L. (1994) Los límites del infinito. *New World Science Press*. Boston.
- Punset, E. (2007) "Charlas con Benoit Mandelbrot". (Pp.1-5) http://www.eduardpunset.es/charlascon_detalle.php?id=22
- Raiza Andrade y Cardenas, E; Pachano, E; Pereira, L. Torres, A. (2002) "El paradigma complejo". Cinta de Moebio n° 14, Septiembre. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile. (Pp.1-53). <http://www.moebio.uchile.cl/14/frames07.htm>.
- Van Fraassen, B. (1980) *The Scientific Image*. *Oxford University Press*. <http://books.google.com>
- Van Fraassen, B. (2008) *Representation: Paradoxes of Perspective*. *Oxford University Press*. <http://books.google.com>
- Van Fraassen, B. (1997) "Structure and Perspective: Philosophical Perplexity and Paradox". *Princeton University*. (Pp. 1-17). <http://www.oxford>
- Van Fraassen, B. (1984) "To save the phenomena". Leplin, J. (Eds.) *Scientific Realism*. University of California Press. Berkeley. (Pp. 250-259)
- Van Fraassen, B. (2000) "The pragmatics of explanation". Schick, T. (Ed.) *Readings in the Philosophy of Science. From Positivism to Postmodernism*. *Mayfield Publishing Company*. Mountain View. California. (Pp. 87-89)
- Van Fraassen, B. (2000) "Constructive Empiricism". Schick, T. (Ed.) *Readings in the Philosophy of Science. From Positivism to Postmodernism*. *Mayfield Publishing Company*. Mountain View. California. (Pp. 267-280)
- Van Fraassen, B. (1993) "To save the problem" Boyd, R.; Gasper, P. and J. D. Trout (Eds.) *The Philosophy of Science. A Bradford Book*. *The MIT Press*. Cambridge, Massachusetts. (Pp. 187-194).
- Van Fraassen, B. (1993) "The pragmatics of explanation" Boyd, R.; Gasper, P. and J. D. Trout (Eds.) *The Philosophy of Science. A Bradford Book*. *The MIT Press*. Cambridge, Massachusetts. (Pp. 317-327).

ⁱ *Magíster en Epistemología y Metodología Científica. Docente e investigadora del Departamento de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales y de Educación Inicial. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. Argentina.*