

EL CAMINO CUBISTA HACIA LA EXPERIENCIA N-DIMENSIONAL¹

Iñigo Sarriguarte Gómez

Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea

Data recepción: 2017/03/17

Data aceptación: 2019/05/29

Contacto autor: inigo@inigo77.jazztel.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0206-9864>

RESUMEN

El acercamiento metodológico del lenguaje cubista hacia las ciencias contemporáneas les llevó a interesarse por aquellas cuestiones que eran más novedosas y que estaban siendo más debatidas a principios del siglo XX, entre ellas, la temática relacionada con la Cuarta Dimensión y todo lo relativo a lo *n-dimensional*, tanto desde una perspectiva positivista como filosófica, lo que les inducirá a consultar no sólo publicaciones herméticas, sino especialmente los trabajos matemáticos de Esprit Jouffret y Henri Poincaré, cuyas nociones técnicas serán transmitidas especialmente por parte del matemático Maurice Princet. Dichos encuentros especulativos y toma de contacto con lo *n-dimensional* impulsaran una reorientación representativa en los trabajos de Marcel Duchamp, Juan Gris, Kazimir Malevich y especialmente las aportaciones de Albert Gleizes y Jean Metzinger, entre otros.

Palabras clave: cubismo, cuarta dimensión, Gleizes, Duchamp, Metzinger

ABSTRACT

The methodological approach of Cubist language towards contemporary science led the Cubists to take an interest in the latest themes under discussion in the early 20th century, including subjects relating to the Fourth Dimension and everything related to the *n-dimensional*, both from a positivist and philosophical perspective. As a result, they consulted both hermetic publications and, more specifically, mathematical works by Esprit Jouffret and Henri Poincaré, whose technical concepts were disseminated by the mathematician Maurice Princet in particular. These speculative meetings and the contact engaged in with the *n-dimensional* inspired a representative reorientation in the work of Marcel Duchamp, Juan Gris, Kazimir Malevich and, especially, the contributions of Albert Gleizes and Jean Metzinger, among others.

Keywords: Cubism, fourth dimension, Gleizes, Duchamp, Metzinger

1. Matemáticas y relación con la Cuarta Dimensión

Para los cubistas, el interés por esta nueva dimensión no sólo provino del campo del pensamiento ortodoxo y la filosofía hermética, sino evidentemente del ámbito de las matemáticas, por lo que resulta necesario afinar un breve in-

ciso sobre los planteamientos básicos abordados en este campo científico². Entre algunos de los primeros referentes, encontramos a Ludwig Schläfli (1814-1895), que abordó dicho apartado como si fuera una abstracción pura, tal y como lo explica concienzudamente en *Theorie der vielfachen Kontinuität* (1852). En dicho tratado, dejó a un lado el procedimiento matemático orientado tan-



Fig. 1. Juan Gris, *Retrato de Germaine Raynal*, óleo sobre lienzo, 1912. Colección privada

to a los polígonos como a los poliedros, ambos centrados en el plano y la apertura tridimensional, para ahondar en los polítopos, entendidos como proyección de los anteriores pero enfocado hacia la cuarta dimensión. Este geómetra suizo solía hacer uso de la proyección estereográfica para representar objetos de la cuarta dimensión. Dentro del apartado de la geometría multidimensional, junto a este último, también fueron relevantes las aportaciones de Bernhard Riemann (1826-1866) y Arthur Cayley (1821-1895), entre otros.

Por otro lado, no podemos olvidarnos de C.H.Hinton, con su famoso artículo *What is the Fourth Dimension?* (1880), donde anotaba que los puntos que se movían a lo largo de las tres dimensiones podían concebirse como secciones consecutivas de líneas cuatridimensionales atravesando un plano tridimensional, una idea que anticipó la noción de línea de universo y del tiempo como cuarta dimensión³, aspectos que más tarde se asentarían en la teoría de la relatividad de Albert Einstein. Este matemático

británico solía usar una serie de cubos coloreados mediante cuyo estudio pretendía visualizar el espacio tetradimensional, siendo especialmente relevante la publicación en 1904 de su libro *La cuarta dimensión*.

También, este tema se convirtió en uno de los preferidos del pensador y matemático ruso Piotr Demiónovich Ouspenski (1878-1947), pero abordado desde una perspectiva más espiritual. Entre sus principales obras, debemos registrar *La cuarta dimensión* (1909) y *Tertium Organum* (1912), realizando en este último numerosas interpelaciones a un cuerpo tetradimensional bajo las formas descritas por Platón, así como el noúmeno de Kant. Para este autor, uno de los preferidos de Kasimir Malevich, en este ámbito *n*-dimensional es donde se puede dar una visión mística, que puede ser representada por medios artísticos, tal y como lo llevó a cabo el pintor suprematista. Por ejemplo, para este pensador:

Las ideas de la cuarta dimensión, las ideas del espacio multi-dimensional, enseñan el camino por el cual podemos alcanzar el ensanchamiento de nuestra concepción del mundo. La expresión cuarta dimensión a menudo se encuentra en el lenguaje usual y en literatura, pero muy raramente alguien tiene una idea clara de lo que realmente significa. Generalmente la cuarta dimensión se utiliza como sinónimo de lo misterioso, lo milagroso, lo sobrenatural, incomprendible e incognoscible, como una especie de definición general de los fenómenos del mundo extra-físico.

Los espiritistas y los ocultistas de varias escuelas a menudo hacen uso de esta expresión en su literatura, asignando a la esfera de la cuarta dimensión todos los fenómenos del mundo del mas allá o de la esfera astral. Pero no explican lo que significa, y por lo que dicen solo puede entenderse que la principal propiedad que atribuyen a la cuarta dimensión es la de la incognoscibilidad.⁴

Este anterior manual se entendía como una continuación del *Organon* de Aristóteles y el *No-vum Organum* de Francis Bacon. Mediante estos trabajos teóricos y filosóficos planteó unificar el ocultismo con las modernas concepciones de la ciencia, con el objetivo de explicar la conciencia cósmica y el mundo multidimensional. Como bien plantea el matemático Raúl Ibáñez, "Para Hinton y Ouspensky, la cuarta dimensión no es

sólo un concepto espacial, sino también un tipo de conocimiento, una toma de consciencia de una realidad superior. Para ellos el estudio matemático de la cuarta dimensión lleva de forma natural a las creencias místicas, que de forma sencilla pueden resumirse como: Todo es Uno, y el Uno es incognoscible."⁵ Posteriormente, el futurista ruso Matyushin incluiría varios pasajes de los escritos de Ouspensky sobre esta dimensión entre los extractos del libro de Gleizes y Metzinger titulado *Du Cubisme*, que había traducido en marzo de 1913 para la revista *Union of Youth*.

Encontramos tres matemáticos franceses, que tuvieron una repercusión de mayor calado para los cubistas. El primero de ellos es Maurice Princet (1875-1973), que consolidó una relación muy cercana con Picasso, Apollinaire, Jean Metzinger y Marcel Duchamp, entre otros. De hecho, se le conocerá como "el matemático del cubismo."⁶ Se le ha considerado el transmisor de los trabajos de Henri Poincaré y Esprit Jouffret, así como de las distintas teorías en boga sobre la cuarta dimensión a los cubistas en el *Bateau-Lavoir*. Según Apollinaire:

*Los pintores nuevos no se han planteado ser geométricos, como tampoco lo hicieron sus ancestros. Pero puede decirse que la geometría es a las artes plásticas lo que la gramática es al arte del escritor. Así pues, hoy, los sabios ya no se limitan a las tres dimensiones de la geometría euclidiana. Los pintores se han visto conducidos natural y, por así decirlo, intuitivamente, a preocuparse por las nuevas medidas posibles de la extensión que en el lenguaje de los talleres modernos se designaban global y brevemente por el término cuarta dimensión.*⁸

El segundo nombre de relevancia es Jules Henri Poincaré (1854-1912), con importantes aportaciones en el campo de la mecánica y la elaboración de teorías sobre la luz y las ondas electromagnéticas, desarrollando, junto a Albert Einstein y Hendrik Lorentz, la teoría de la relatividad restringida. Igualmente, abordó la problemática tetradimensional, anotando que "todo sucede como si el tiempo fuese una cuarta dimensión del espacio, como si el espacio de cuatro dimensiones que resulta de una combinación del espacio ordinario y del tiempo, pudiera girar no sólo en torno a un eje del espacio ordinario, de manera que el tiempo no sufriese alteración,

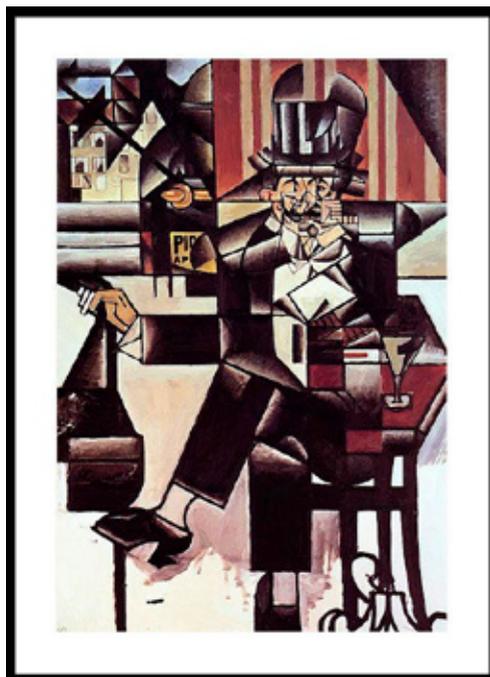


Fig. 2. Juan Gris. *Hombre en el Café*, óleo sobre lienzo, 1912. Philadelphia Museum of Art, Philadelphia, PA, USA

sino en torno a un eje cualquiera. Para que la comparación sea matemáticamente justa, es necesario atribuir valores puramente imaginarios a la cuarta ordenada del espacio."⁹ Junto a este anterior, también encontramos las propuestas de Esprit Jouffret (1837-1904) en *Melanges de géométrie à quatre dimensions* (1906) y especialmente en *Traité élémentaire de géométrie à quatre dimensions* (1903), donde describe los hiper-cubos y otros complejos poliedros en cuatro dimensiones, que serían posteriormente analizados por Picasso en relación con *Las Señoritas de Avignon* (1907). De hecho, cuando Henri Matisse y Leo Stein vieron *Las Señoritas de Avignon* de Picasso en el *Bateau Lavoir*, su primera reacción fue exclamar que el artista estaba intentando crear la cuarta dimensión¹⁰. De hecho, para Guillaume Apollinaire, "los jóvenes pintores de las escuelas extremas tienen como fin secreto hacer pintura pura. Es un arte plástico enteramente nuevo. Sólo está en sus comienzos y todavía no es tan abstracto como quisiera. La mayoría de los pintores nuevos están haciendo matemáticas sin saberlo o sin saberlas, pero no han abandonado todavía a



Fig. 3. Jean Metzinger. *Desnudo*, óleo sobre cartón, 1910-11. Collection de Madame Bourdon

la naturaleza, a la que interrogan para aprender de ella el camino de la vida.”¹¹

2. Los primeros pasos cubistas hacia la Cuarta Dimensión

En relación con los pintores y escritores del grupo de París vinculados al cubismo, debemos anotar que la mayoría de ellos había pertenecido anteriormente al círculo simbolista, siendo este el caso de Jean Metzinger, Albert Gleizes, y los poetas Guillaume Apollinaire y Alexandre Mercereau, quienes solían frecuentar las tertulias del también poeta Paul Fort, que se organizaban los martes por la tarde en el *Café Closerie des Lilas*¹². También, gran parte de ellos eran profundamente antitradicionalistas por convicción y temperamento, lo que les permitió asumir este nuevo lenguaje como un instrumento adecuado para la destrucción de las viejas formas de hacer pintura. Para estos artistas, “una consideración importante fue la decisión de expresar la realidad sólida de las

cosas sin tener que recurrir a técnicas ilusionistas. Más aún, el cubismo era un intento de hacer de cada cuadro una nueva realidad tangible en lugar de una imagen ilusoria, ya fuese de un ideal imaginario o de una sensación puramente visual de la realidad.”¹³ Según Gleizes y Metzinger:

*El cuadro, por su parte, contiene en sí mismo su razón de ser. Se le puede trasladar impunemente de una iglesia a un salón, de un museo a una habitación. Esencialmente independiente, necesariamente total, no tiene por qué satisfacer de inmediato al espíritu sino, al contrario, arrastrarlo poco a poco hacia las ficticias profundidades en donde sigue despierta la luz ordenadora. El cuadro no va con este o con aquel conjunto; va con el conjunto de las cosas, con el universo: es un organismo.*¹⁴

Dentro de estos contextos de debate, debemos anotar el libro de C.W. Leadbeater *The Other Side of Death* (1903), que conexionaba parcialmente con el pensamiento de C.H. Hinton. De hecho, Leadbeater vio en el sistema de ejercicios de Hinton el medio para desarrollar la visión astral.¹⁵ Esta cuestión resultaba un tema habitual en las tertulias teosóficas de París entre 1911 y 1912. En 1911 se publica el artículo “L’Esprit et l’espace: La Quatrième Dimension” en el periódico teosófico *Le Théosophe*, siendo su autor Léon Revel, donde se recogen los puntos de vista de Leadbeater. De acuerdo a L. Revel: “Las percepciones de un mundo más sutil interpenetrando aquellos de un mundo inferior debe ser el primer resultado en una expansión de las nociones de la mente sobre la dimensiones del espacio, y después en una apertura de una visión más interior, como una visión interna que penetra a través de los objetos.”¹⁶ En la misma línea se llegaron a expresar Albert Gleizes y Jean Metzinger: “Sin embargo, Courbet siguió siendo esclavo de las peores convenciones visuales. Al ignorar que para descubrir una relación verdadera hay que sacrificar mil apariencias, aceptó sin ningún control intelectual cuanto su retina le comunicaba. No llegó a sospechar que el mundo visible sólo se hace real a través de la operación de la mente, y que los objetos que nos golpean con más fuerza no son siempre aquellos cuya existencia es la más rica en verdades plásticas.”¹⁷

Después, en 1912, *Editions Théosophiques* publica *Quatrième Dimension* por A. de Noircar-

me, donde se aportan datos sobre el hipercubo tetradimensional. Estas publicaciones fomentarían el debate sobre dicha dimensión durante estos años, de hecho, a menudo la teoría cubista se ponía en relación con los conceptos hiperespaciales, además de relacionarse con los escritos de C.H. Hinton, A. de Noircarme, Esprit Jouffret, L. Revel y C.W. Leadbeater, entre otros.

Para los cubistas, las referencias *n-dimensionales* no sólo provenían de los anteriores autores, sino también de la literatura de Guillaume Apollinaire y de sus caligramas, realizando el primero de estos en 1914. Apollinaire realmente no había inventado los caligramas, ya que estos proceden de la cultura alejandrina. Su objetivo con los caligramas era lograr un tipo de composición artística que se situara entre la pintura y la poesía. De hecho, en el caligrama, la imagen que se obtiene con la escritura es forjada de manera intencional, permitiéndose que algo coincida con el texto de la escritura. Para Tomás Llorens, "la amplia variedad de estilos que se encuentran en la obra literaria de Apollinaire se explica, en parte, por su curiosidad intelectual, que le hizo un experto tanto en literatura helénica como en materias artúricas, herejías altomedievales, poesía medieval y filosofía oriental. Apollinaire fue una persona de vasta y desordenada erudición, más interesado en las culturas milenarias que por la actualidad del presente."¹⁸

En cualquier caso, las principales descripciones sobre la cuarta dimensión son aportadas por Apollinaire en abril de 1912 en el artículo titulado "La Peinture nouvelle", que se publica en la revista *Les Soirées de Paris*, y en el capítulo tercero de su libro *Méditations esthétiques. Les Peintres Cubistes* (1913), donde define esta dimensión como "la inmensidad del espacio eternizándose en todas dimensiones en un momento determinado."¹⁹ Este libro fue el segundo de una colección proyectada por el poeta Jacques Nayral, siendo el primero *Du Cubisme* (1912), de Albert Gleizes y Jean Metzinger. En cualquier caso, el libro de Apollinaire se convirtió durante mucho tiempo en la obra fundamental sobre el cubismo. El formato adquirió un carácter de collage, al conformarse a partir de escritos anteriores del poeta, que habían sido adaptados, a la vez que ingresaba algunos nuevos textos.



Fig. 4. Marcel Duchamp, *Retrato de jugadores de ajedrez*, óleo sobre lienzo, 1911. Philadelphia Museum of Art, Philadelphia, PA, USA

Si Maurice Raynal²⁰ en el artículo "Comodia Illustré" relacionó la cuarta dimensión con la práctica de los primitivos sobre objetos pintados tal y como ellos lo pensaban; por otro lado, Apollinaire la definió de la siguiente manera: "Añadamos que esta imaginación: la cuarta dimensión, sólo ha sido la manifestación de las aspiraciones, de las inquietudes de gran número de jóvenes artistas cuando observaban esculturas egipcias, negras y oceánica, cuando meditaban sobre obras científicas, cuando esperaban un arte sublime, y, que ya sólo se atribuye a esta expresión utópica, que había que comentar y explicar, un interés, por así decirlo, histórico."²¹

Los teóricos del cubismo Albert Gleizes y Jean Metzinger abordaron el tema del asunto y para ello estudiaron geometría con el matemático Maurice Princet. Con su participación en el *Grupo Puteaux*, convirtieron este foro en un lugar idóneo para abordar tanto esta cuestión, como cualquier otra disciplina filosófica y esotérica, que tanto atraía a estos artistas. Especialmente los artistas vinculados a este grupo, caso de Albert Gleizes, Jean Metzinger, Juan Gris, Robert Delaunay, Fernand Leger, Raymond Duchamp-Villon, así como Francis Picabia y Marcel Duchamp, y el propio Maurice Princet mantendrían guiños constantes a esta temática. De hecho, Princet fue nombrado colaborador en el *Bulletin de La*



Fig. 5. Pablo Picasso, *Retrato de Ambroise Vollard*, óleo sobre lienzo, 1910. Pushkin Museum, Moscú. Rusia

Section d'Or con motivo de la exposición del grupo en 1912.

En sus memorias *Le Cubisme était né*, Metzinger escribe sobre el relevante papel de este matemático:

A menudo Princet se unía a nosotros. Aunque era muy joven, ocupaba una posición importante en una compañía de seguros, a la que aportaba su conocimiento matemático. Pero, más allá de su profesión, concebía las matemáticas como un artista y evocaba la continuidad de las n-dimensiones como una estética. Conseguía interesar a los pintores en las nuevas perspectivas del espacio por Victor Schlegel y otros, y tenía éxito en esto. Al escucharle por suerte una vez, incluso Henri Matisse quedó sorprendido en el transcurso de una charla sobre un Ensayo sobre Hiperespacio.²²

De hecho, el prefacio no matemático que Princet escribe para el catálogo de Delaunay en la exposición de 1912 en la Galerie Barbazanges

se toma como la conexión oficial entre la pintura cubista y Princet²³.

Si entre 1900 y 1930, el tema de la cuarta dimensión atrajo la atención de los artistas vanguardistas, tampoco lo fue menos el tema de la geometría no-euclidiana, al negar el principio de la indeformabilidad, basada en las teorías conocidas del *tensor de curvatura de Riemann*²⁴, que en sí mismas representan una separación de la métrica de la variedad en relación con la métrica euclídea. De acuerdo a Macarena Cebrián López:

A partir de ellas se empieza a creer que en una superficie irregularmente formada, una figura podría moverse sobre sí y sufrir cambios o deformaciones. Los principios del espacio curvo comenzaron a invalidar el sistema de perspectiva lineal heredada desde el Renacimiento. Riemann rompe con la posición de culto que tuvo la geometría euclidiana por casi dos mil años con la introducción de los espacios hiperdimensionales, exponiendo sus novedosas propiedades y demostrando que la geometría de Euclides sólo estaba basada de percepción.²⁵

3. Desarrollo del cubismo al amparo de la Cuarta Dimensión

Este tema, al igual que la geometría no-euclidiana, se convertirá en un clásico en ciertos círculos intelectuales, tanto para teósofos como para artistas, de hecho, como afirma Linda Henderson²⁶, la cuarta dimensión y la geometría no-euclidiana emergen entre los temas más importantes que unifican buena parte de la teoría y el arte moderno. A partir de aquí, serán numerosos los creadores, que por distintos intereses, se irán acercando a estas teorías, tal y como ocurre con Mondrian, que de acuerdo a Runette Kruger, la visión utópica de este artista estaba relacionada con explicaciones de la cuarta dimensión o también llamada *filosofía del hiperespacio*.²⁷ Por otro lado, muchos de los apartados del matemático ruso Ouspensky se conexionan con los planteamientos de Kassimir Malevich. En definitiva, la lista de artistas que en ciertos momentos puntuales ahondan en esta temática es muy amplia, desde Marcel Duchamp hasta un gran número de pintores abstractos, caso de Kupka, Lissitzky, van Doesburg, Larionov y Goncharova, entre otros.



Fig. 6. Albert Gleizes, *Mujer con flores*, óleo sobre lienzo, 1910. Museum of Fine Arts, Houston, Texas, USA

La práctica artística se ve influenciada por dos interpretaciones relacionadas con la dimensión superior. La primera muestra un planteamiento geométrico espacial, siendo muy visible en el primer cubismo al representar todos los lados de un objeto a la vez. Este tratamiento lo encontramos en la descripción de Ouspensky²⁸ en relación con la cuarta dimensión, ya que se produce una visión de toda la superficie exterior del objeto, así como incluso de su interior, siendo observadas desde todos los puntos de vista; y es aquí donde reside uno de los fundamentos vitales de la representación cubista. La segunda interpretación se enlaza más con una explicación de carácter místico y espiritual, que también generaría un foco de atracción para los artistas en relación con la teosofía.

La destrucción de la perspectiva lineal ha sido constantemente relacionada con la aplicación y el conocimiento de dicha dimensión. Su aceptación era una manera de rechazar la perspectiva renacentista tridimensional y un síntoma de liberación, que les permitía ir más allá de la mera representación física de carácter tridimensional. De hecho, al igual que para la mayoría de los cubistas, Braque se sentía insatisfecho con la perspectiva tradicional por muchas de las mismas razones que Picasso. En la medida en que es mecánica, esta perspectiva nunca puede conducir a una completa posesión de los objetos, afirmaba.²⁹ Por este motivo, según Maurice Raynal, "en vez de pintar los objetos como los ven, ellos los pintaban como los pensaban, y esta es



Fig. 7. Jean Metzinger, *El Pájaro Azul*, óleo sobre lienzo, 1913. Musée d'Art Moderne de la Ville de Paris

precisamente la ley que los cubistas han readaptado, amplificado y codificado bajo el término bien conocido de cuarta dimensión."³⁰ En opinión de Douglas Cooper, "los cubistas habían echado abajo el sistema basado en la perspectiva lineal científica que había prevalecido en la pintura europea desde el Renacimiento, y habían sentado el derecho del artista a contemplar las cosas desde varios puntos de vista a la vez y a incorporar a la obra de arte el conocimiento adquirido en otras fuentes distintas de las puramente visuales."³¹ En cualquier caso, ya Albert Gleizes lo había dejado claro al afirmar lo siguiente:

El Renacimiento es la apoteosis del SUJETO, que rechaza el predominio del OBJETO – preocupación esencial de los siglos anteriores al XIII. Categóricamente, el cubismo vuelve a cuestionar los derechos del objeto; llevará a su paroxismo el descrédito en el que ha caído el sujeto a lo largo del siglo XIX: los pintores válidos de este siglo pintaban cualquier cosa porque presentían –y ahí residió su genio– la primacía de los valores intrínsecos de la pintura sobre los valores accesorios del sujeto; pues estos últimos eclipsaron al pintor y con él, consecuentemente, al hombre.³²



Fig. 8. Kazimir Malevich, *El afilador de cuchillos*, óleo sobre lienzo, 1912. Yale University Art Gallery, New Haven, CT, USA

Estos artistas habían separado las funciones pictóricas del color, la forma y el volumen, permitiéndolas coexistir y funcionar con independencia. Habían establecido una nueva relación entre la organización abstracta y formal de una obra de arte y su contenido figurativo, rompiendo con la concepción de la *Belle Peinture*. De hecho, para ellos, si la tercera dimensión encarcela la forma en la materia, la cuarta lo libera: "Tal y como se presenta en la mente, desde el punto de vista plástico, la cuarta dimensión estaría engendrada por las tres medidas conocidas: configura la inmensidad del espacio eternizándose en todas las direcciones en un momento determinado. Es el espacio mismo, la dimensión del infinito; es la que dota a los objetos de plasticidad."³³ De igual manera lo explica Linda Dalrymple Henderson, "la cuarta dimensión fue primeramente un símbolo de liberación de los artistas."³⁴, permitiendo que pudieran alejarse de la realidad visual y rechazar completamente el sistema de perspectiva única. En opinión de Albert Gleizes: "más allá de las tres dimensiones de Euclides hemos añadido otra, la cuarta dimensión, que es la figuración del espacio, la medida de lo infinito."³⁵ En este sentido, para los cubistas, la cuarta dimensión era indicar una realidad superior, una verdad transcendental que estaba por ser descubierta individualmente por cada artista. Aunque Gleizes y Metzinger nunca hablaron explícitamente de la



Fig. 9. Henri Le Fauconnier, *Abundancia*, óleo sobre lienzo, 1910-11. Haags Gemeentemuseum, La Haya, Holanda

cuarta dimensión en *Du Cubisme* hicieron mucho hincapié en la libertad del artista.

Los contactos entre Maurice Princet y los artistas cubistas fueron de diversa intensidad, siendo quizás más relevante la conexión con Juan Gris, quien ya había demostrado una notable capacidad de abstracción, racionalización e intelectualización del estilo, tal y como será plasmado en sus posteriores escritos. Según Herschel Chipp³⁶, Metzinger y Gris realizaron un estudio de geometría bajo la dirección de Princet con el propósito de explorar estas posibilidades, es decir, la aplicación de la geometría no-euclidiana y una cuarta dimensión en la pintura cubista. Según John Golding, "el acercamiento intelectual de Gris al cubismo le condujo inevitablemente a interesarse por sus implicaciones matemáticas. Durante la guerra se convirtió en un lector atento de las obras de Poincaré y Einstein, y más tarde, en 1921, llegó a escribir una carta a Ozenfant

en la que afirmaba ser capaz de reducir cualquier composición a sus componentes puramente geométricos.³⁷ Asimismo, de acuerdo a J.F. Yvars, Juan Gris sentía una “declarada fascinación por las fantasías matemáticas de Princtet que indujeron al artista madrileño a la búsqueda de la cuarta dimensión, como se demostró en la famosa conferencia de la Sorbona “Sur les possibilités de la peinture”.³⁸

En relación con estos intereses *n-dimensionales*, debemos anotar las siguientes obras del artista: *Retrato de Germaine Raynal* (1912), *Hombre en el café* (1912), *Guitarra y Flores* (1912) y *Naturaleza Muerta* (1917). Sobre esta primera pintura, John Golding aclara lo siguiente:

Estas pinturas de Gris ilustran la que posiblemente es la diferencia fundamental entre su cubismo temprano y el de Picasso y Braque. En las obras de estos últimos da la impresión de que el pintor se ha movido alrededor de los motivos, pintándolos desde un punto de vista variable; por el contrario, Gris disecciona el motivo, examina cada una de sus partes desde un punto de vista distinto pero único, y reconstruye la imagen global a partir de estas distintas secciones. El resultado en las obras de los tres pintores es una síntesis óptica altamente informativa. Pero Gris está todavía adaptando y reelaborando la perspectiva científica (mediante la fusión en una única imagen de una serie de puntos de vista distintos pero consecuentes) con objeto de lograr precisamente aquellos efectos por los que Picasso y Braque la habían abandonado.³⁹

En la obra *Desnudo* (1910-1911) de Jean Metzinger, con sus múltiples divisiones, se rompe cualquier atisbo de existencia tridimensional en la figura. Estas divisiones hablan de la gran complejidad existente en el cuerpo hiperdimensional. Los cubistas aplicaban la desestructuración en relación con lo *n-dimensional*. Aunque “los conceptos de la cuarta dimensión diferían, todos sus defensores estaban de acuerdo en que ésta representaba un espacio fuera de la percepción sensorial y en que invertía el diálogo respecto de lo que era real e irreal o lógico e ilógico en la percepción del universo tridimensional que nos rodea, el cual se consideraba, de hecho, ilusorio.”⁴⁰

Duchamp también confirma que por aquellos años estudiaban a Poincaré, Gaston de Pawlowski y especialmente el libro de Jouffret titulado *Traité*



Fig. 10. Max Weber, *Interior de la Cuarta Dimensión*, óleo sobre lienzo, 1913. National Gallery of Art, Washington, DC, USA

*élémentaire de géométrie à quatre dimensions*⁴¹, mostrando su interés por este tema en *Retrato de jugadores de ajedrez* (1911). Se conoce que Jouffret utilizaba el ajedrez como metáfora para visualizar dicha dimensión, al identificarla con el propio proceso mental del ajedrecista cuando participa de partidas simultáneas a ciegas, es decir, sin ver los tableros en los que juega. Debemos resaltar *Novia* (1912), donde para autores como Christopher Green⁴², parece que traslada sus anteriores conocimientos sobre el tema al lienzo, intentando mostrar una figura tetradimensional y la imposibilidad de su representación retinal, lo que le conllevaría una orientación más mental y conceptual del arte.

Asimismo, para Linda Dalrymple, hay profundas semejanzas entre el *Retrato de Ambroise Vollard* (1910) de Picasso y la *perspective cavalière*⁴³ de Jouffret, donde se representa una variedad de planos y ángulos vistos desde diferentes perspectivas. Debemos recordar que la apariencia última de los cuadros cubistas era el resultado de un proceso de fragmentación formal y de la consiguiente disolución del espacio circundante. Una vez que se conformaba la estructura general, las pinturas eran abordadas sección por sección hasta generar un equilibrio compositivo. En opinión de Pierre Daix: “Como ha subrayado Jean Leymarie a partir de las naturalezas muertas de Braque (pero esto también es válido para las de Picasso) de comienzos de 1910, ya no se trata de girar sucesivamente alrededor del objeto, y menos aún de someterlo a la geometría descrip-

tiva, sino de evocar unitariamente su esencia y su realidad constitutiva.”⁴⁴

El físico norteamericano Michio Kaku anota lo siguiente: “En lugar de un solo punto de vista, los cuadros de Picasso muestran perspectivas múltiples, como si hubieran sido pintados por alguien de la cuarta dimensión, capaz de ver todas las perspectivas simultáneamente.”⁴⁵ Este recurso de la simultaneidad ha sido el método más directo para los cubistas a la hora de representar y analizar el sentido tetradsimensional. Ciertamente, el cubismo había conseguido romper con la visión de las tres dimensiones, acercándose a los postulados que defendían las teorías explicativas de la cuarta dimensión, es decir, aquella que permitía ver una figura en su globalidad, bajo una multiplicidad de planos, pudiendo analizar el objeto representado desde varias perspectivas simultáneas. Igualmente, según Tomás Llorens: “Apollinaire denomina *simultaneísmo* a un modo de trabajar ajeno a las leyes lógicas de causa y efecto, o comienzo y final. Esta forma de escribir permite a Apollinaire abrir dicha percepción a objetos que se presentan de forma simultánea, provocando una apreciación distinta del mundo. Con el principio de simultaneidad se sustituye la percepción lineal o habitual del mundo por una percepción virgen, sin concepto; se trata tan sólo de un *flotar* o *vagar*.”⁴⁶ También, en palabras de David Cottington:

*El concepto de simultaneidad, entendido tanto por los futuristas como por los cubistas de salón, registró tal distinción, a través del énfasis puesto en el papel de la invención artística para seleccionar y sintetizar en el lienzo la mezcla de elementos recordados y vistos de un sujeto, con el fin de representar la experiencia de la modernidad. Pero esta distinción también caracterizó otra concepción de simultaneidad que era crucial dentro del cubismo: la yuxtaposición o combinación, en una sola pintura, de sistemas de perspectiva o puntos de vista radicalmente distintos y discontinuos.*⁴⁷

Resulta de interés la aportación de Christian Briend: “En un comentario personal de su retrato a la revista *Montjoie!*, Gleizes afirma su intención de aprehender “el objeto, no ya considerado desde un punto de vista determinado, sino definitivamente reconstruido siguiendo una selección sucesiva que su propio movimiento le permite

descubrir”. Gleizes recupera así una noción de origen literario a la que alude la mención de los *Rythmes simultanés*, situada ostensiblemente en la parte inferior del cuadro.”⁴⁸ En este sentido, sobresale su cuadro *Mujer con Flores* (1910), donde se puede observar la imagen de un icositetraedro, es decir, un poliedro con doce caras pentagonales y veinte triangulares. Dicho sólido dispone de 30 vértices idénticos, donde se juntan dos triángulos y dos pentágonos en cada uno de ellos. Por otro lado, hay unas 60 aristas idénticas que separan a cada triángulo de un pentágono.

En el artículo de Albert Gleizes titulado “La Peinture et ses Lois. Ce qui devait sortir du Cubisme”, publicado en la revista *La vie des Lettres et des Arts*, en marzo de 1923, entre las páginas 44-49, se describe el sistema plástico de las traslaciones y rotaciones de planos, por ejemplo los movimientos simultáneos de la rotación y la traslación de un plano rectangular. Como apunta Linda Dalrymple Henderson: “tanto simultaneidad y espacio-tiempo han sido identificados con un cubismo conectado de alguna manera a la *Teoría de la Relatividad*, y, en cambio, las referencias a la cuarta dimensión y la geometría no-euclidiana con los escritos del cubismo..., sin embargo, los cubistas no estuvieron influenciados por la relativización de la simultaneidad de Einstein ni por las ideas del *espacio-tiempo* de Minkowski. Verdaderamente, su *cuarta dimensión* fue una apertura hacia la geometría *n-dimensional* del siglo XIX.”⁴⁹

En el *Groupe de Puteaux* pensaban que al mover sistemáticamente los objetos y girarlos mentalmente, como geometría *n-dimensional*, el artista podía pasar de la tercera a la cuarta dimensión. La palabra simultaneidad la aceptaron para describir los resultados de estos procesos sólo después de febrero de 1912. Posteriormente, el término adquirirá una categoría de simultaneidad más espacial que temporal. En cualquier caso, la búsqueda de la cuarta dimensión fue un recurso para que el pintor se desentendiese de las relaciones habituales entre los objetos y, de este modo, analizar la incidencia en la mente del artista. Como bien interpreta J.F. Yvars, “la cuarta dimensión aún todas las características del espacio cubista: percepción simultánea, estallido de volúmenes, dinamismo genético de esa tensión que provoca la sensación o el efecto de ruptura

con el espacio tradicional de disciplina euclídea y prospectiva."⁵⁰

Metzinger fue uno de los pintores más entusiastas en aplicar los principios de la cuarta dimensión, tratando de captar tanto el interior, como el exterior de la forma, tal y como se vería en un plano superior. El tratamiento cerebral de la visión resulta fundamental para remarcar la presencia de los volúmenes mediante el recortado en facetas, hacer circular el aire y la luz en el espacio pintado, crear tensiones a través de contrastes de formas y ritmos, lo que produce en palabras de Pierre Daix una realidad material independiente⁵¹. Resultan de interés los trabajos de este pintor bajo los títulos *Paisaje cubista* (1911), *El Pájaro Azul*, *Nature morte (4me dimensión)* y *Mujer con Abanico*, estas últimas de 1913. También, sobresale su pintura *La hora del té* (1911), donde el detalle de la taza es fragmentada por la mitad con una visión frontal y oblicua. De hecho, para el crítico Maurice Raynal: "Los primitivos, en lugar de pintar los objetos como ellos lo veían, los pintaban como lo pensaban, y ésta es precisamente la ley que los cubistas han readaptado, amplificado y codificado bajo el nombre de *cuarta dimensión*."⁵²

Son muchos los atributos *n-dimensionales* que se podrían interperlar con el trabajo de los cubistas, de hecho, como afirma Jolanda Nigro: "El instrumento musical podría aludir a la dimensión del tiempo, la síntesis del espacio-tiempo implícita en un objeto diseñado de forma simultánea desde diferentes puntos de vista e influenciado por el concepto del *continuum* espacio-temporal de Bergson, y, por último, la *cuarta dimensión* de la que más tarde hablará Apollinaire, a veces concebido como un equivalente del tiempo y, más a menudo, como una dimensión de lo infinito, lo inmaterial, lo espiritual."⁵³

Entre las principales obras cubistas de Malevich destaca *El leñador* (1911), una composición estática en donde reduce tanto la figura como los troncos que la circundan a formas tubulares de carácter elemental; para ello articula un espacio pictórico aplanado, que le permite orientar en distintas direcciones los planos de los troncos. También, destaca *El afilador de cuchillos* (1912), en donde fusiona tratamientos cubistas y futuristas, mediante la multiplicación de miembros,

la cabeza y el cuchillo. Asimismo, las siguientes obras mantienen notables conexiones con el estudio del ámbito *n-dimensional*, caso de la pintura titulada *Abundancia* (1910-11) de Le Fauconnier. Pero, especialmente, sobresale *Interior de la Cuarta Dimensión* (1913) de Max Weber; donde se evoca la vista de una ciudad a través de los planos y estratos de la representación cubista. El cuadro fue pintado en el mismo año de la exposición *Armory Show* en Nueva York, la primera y más importante exposición sobre arte moderno en este país. Debemos recordar que anteriormente, en 1910, ya había publicado el artículo bajo el epígrafe *La Cuarta Dimensión desde un punto de vista plástico* en la revista *Camera Work*, donde se anotaba que la cuarta dimensión era un estado de conciencia de gran magnitud espacial en todas las direcciones a la vez⁵⁴.

4. Conclusiones

Una de las principales características de las Vanguardias Históricas fue su predisposición hacia nuevas perspectivas de conocimiento y aplicación experimental, observándose en el caso del cubismo todas aquellas pautas relacionadas con la Cuarta Dimensión, planteamiento filosófico-matemático que se había puesto de moda desde principios de siglo gracias a los primeros trabajos de C. H. Hinton, P.D. Ouspenski, los teósofos C. W. Leadbeater, L. Revel, así como los estudios de matemáticos franceses, caso de Henri Poincaré, Esprit Jouffret y sobre todo Maurice Princet, conocido como el "matemático del cubismo", ya que sería el principal transmisor de dichas teorías, ya articuladas por Poincaré y Jouffret, a críticos, literatos y artistas como Picasso, Jean Metzinger, Albert Gleizes y Marcel Duchamp, entre otros. Se abordaba la cuestión n-dimensional en base a muestras de hipercubos y otros complejos poliedros en cuatro dimensiones. Igualmente, además de todos estos autores, una de las referencias más cercanas fue la literatura de Guillaume Apollinaire, visiblemente interesado en el tema y del cual desarrolla numerosas anotaciones en sus escritos, caso de *Méditations esthétiques. Les Peintres Cubistes* (1913).

Los encuentros intelectuales dentro del Grupo Puteaux fomentaron uno de los espacios de mayor relevancia y progresismo científico, siendo el

alma mater de estos intercambios de conocimientos filosófico-científicos el propio Maurice Princet, quien colaboraría en el *Bulletin de La Section d'Or* con motivo de la exposición del grupo en 1912.

Los artistas intentaron aplicar dichas interpretaciones en sus propuestas experimentales, no representando los objetos como se veían, sino bajo códigos meditados que intentaban simular dicho estrato n-dimensional. Esta práctica les permitió trabajar de una manera más libre, rompiendo ataduras y corsés normativos, que les permitieran ahondar en una nueva sistematización representativa. La cuarta dimensión supone escenificar una realidad superior, que debía ser descubierta por cada creador, de ahí los numerosos intentos de materializar dicho nivel en los trabajos de Juan Gris, Jean Metzinger, Henri Le Fauconnier, Albert Gleizes y Marcel Duchamp, quien también había confesado su interés por Poincaré, Gaston de

Pawłowski y Jouffret en su *Traité élémentaire de géométrie à quatre dimensions*.

El recurso de la simultaneidad, bajo un contexto espacial y no tanto temporal, se convertiría en uno de los caminos para analizar el contexto tetradimensional, lo que daba una condición de globalidad, multiplicidad de planos, es decir, la posibilidad representativa de un objeto bajo perspectivas simultáneas. Además, se planteaba que al trasladar y rotar de manera sistemática los objetos mentalmente, el pintor se podía aproximar a lo que sería una manifestación n-dimensional. Estas investigaciones pictórico-científicas permitieron a determinados creadores cubistas ahondar en la percepción simultánea, las interconexiones volumétricas y la sensación liberalizadora de transgredir el espacio tradicional sustentado en la metodología euclidiana y prospectiva.

NOTAS

- ¹ Cuando empleamos el término n-dimensional, nos estamos refiriendo a cualquier otra dimensión superior a la tridimensional. J. Medín, "El problema de la dimensionalidad del espacio físico" en *Hacer, pensar: colección de escritos filosóficos* (F. J. Ramos, Ed.), Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico, 1994, pp. 375-379. Para más información, también remitirse a R. Ibáñez, *La cuarta dimensión. ¿Es nuestro universo la sombra de otro?*, RBA Coleccionables, Barcelona, 2010, pp. 31, 52, 141.
- ² Incluso, en la actualidad se han publicado algunos artículos con nuevas perspectivas sobre la proyección científica de este movimiento pictórico, caso de C. Toumey, "Cubism at the nanoscale", *Nature Nanotechnology*, Volume 2, Issue 10, 2007, pp. 587-589.
- ³ Para más información, remitirse a C. Howard Hinton, *Fourth Dimension*, Health Research, Pomeroy, WA, 1993. Resulta de gran interés la siguiente página web: <http://www.eldritchpress.org/chh/hinton.html>. [Consulta: 17/02/2017].
- ⁴ P. D. Ouspensky, *Un nuevo modelo del Universo: Principios del método psicológico*, Kier, Buenos Aires, 2006, p. 77.
- ⁵ R. Ibáñez, *op. cit.*, p. 86.
- ⁶ M. Décimo, *Maurice Princet, Le Mathématicien du Cubisme*, Éditions L'Échoppe, Paris, 2007; A. J. Miller, *Einstein, Picasso: Space, Time And The Beauty That Causes Havoc*, Basic Books, New York, 2001, p. 103.
- ⁷ C. Spretnak, *The Spiritual Dynamic in Modern Art: Art History Reconsidered, 1800 to the Present*, Palgrave MacMillan, New York, 2014, p. 70.
- ⁸ G. Apollinaire, *Meditaciones estéticas. Los pintores cubistas*, La balsa de la Medusa, 70, Madrid, 2009, p. 21.
- ⁹ H. Poincaré, *El espacio y el tiempo*, Universidad Autónoma de México, México D. F., 1964, p. 98.
- ¹⁰ R. Penrose, *Picasso: His Life and Work*, Schocken, New York, 1962, p. 126.
- ¹¹ G. Apollinaire, *op. cit.*, p. 19.
- ¹² Sobre este asunto, consultar el interesante artículo de P. Lustrac, "Cubisme... futurisme... ésotérisme... : de l'Après-midi d'un faune (1912), à Parade (1917) et au Manifeste de la danse futuriste (1917)", *Ligeia*, Paris, 19.69-72 (Jul-Dec 2006): 62-115, 256.
- ¹³ D. Cooper, *La época cubista*, Alianza Editorial, Madrid, 1984, p. 291.
- ¹⁴ A. Gleizes; J. Metzinger, *Sobre el cubismo*, Colegio Oficial de Aparejadores y arquitectos técnicos de Murcia, Murcia; Galería-librería Yerba, Murcia; Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad Autónoma de Murcia, Murcia, 1986, p. 28.
- ¹⁵ L. Dalrymple Henderson, *The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1983, p. 45.
- ¹⁶ L. Revel, "L'Esprit et l'espace: La Quatrième Dimension", *Le Théosophe*, marzo, 1911, p. 2.
- ¹⁷ A. Gleizes; J. Metzinger, "Prefacio" en A. Gleizes; J. Metzinger, *op. cit.*, p. 25.
- ¹⁸ Tomás Llorens Serra. "Nacimiento y desintegración del cubismo: Apollinaire y Picasso". Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra. 2001, p. 92.
- ¹⁹ G. Apollinaire; G. de Torre, *Guillaume Apollinaire: estudio preliminar y páginas escogidas*, Editorial Poseidón, Buenos Aires, 1946, p. 98.
- ²⁰ M. Raynal, "Qu'est-ce que le Cubisme?", *Comoedia Illustré*, VI, 20 Dec. 1913. También citado en E. F. Fry, *Cubism*, McGraw-Hill, New York, 1966, p. 130.
- ²¹ G. Apollinaire, *op. cit.*, p. 22.
- ²² J. Metzinger, *Le Cubisme était né, Souvenirs*, Editions Présence, Chambéry. 1972, p. 43.
- ²³ M. Princet, *Les Peintres R. Delaunay, Marie Laurencin: exposition du 28 février au 13 mars 1912*, Fernand Fleuret, Galerie Henry Barbazanges, Paris, 1912.
- ²⁴ Para más información, remitirse a A. Martínez Naveira, "La curvatura de Riemann a través de la historia", *Miscelánea Matemática*, nº 44, año 2007, pp. 29-52; Á. Ruiz, *Geometrías No Euclidianas: Breve Historia de Una Gran Revolución Intelectual*, Editorial de la Universidad de San José, San José, Costa Rica, 1999, pp. 111-125.
- ²⁵ C. López, Macarena, "La noción de cuarta dimensión en artistas latinoamericanos" en *Terceras Jornadas de Historia del Arte. Arte americano: contextos y formas de ver*, (J. M. Martínez, Ed.), RIL editores, Santiago de Chile, 2006, p. 312.
- ²⁶ L. Dalrymple Henderson, *op. cit.*, pp. xix-xxiii.
- ²⁷ R. Kruger, "Art in the Fourth Dimension: Giving Form to Form – The Abstract Paintings of Piet Mondrian", *Spaces of Utopia: An Electronic Journal*, nº. 5, Summer 2007, p. 28. Disponible en: <http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/4351.pdf> [Consulta: 17/02/2017].
- ²⁸ P. D. Ouspensky, *op. cit.*, p. 97.
- ²⁹ J. Golding, *El cubismo. Una historia y un análisis 1907-1914*, Alianza Editorial, Madrid, 1993, p. 86.
- ³⁰ M. Raynal, *op. cit.* Igualmente citado en E. F. Fry, *op. cit.*, pp. 129-130.
- ³¹ D. Cooper, *op. cit.*, p. 292.
- ³² A. Gleizes; J. Metzinger, "Prefacio", *op. cit.*, pp. 10-11.
- ³³ G. Apollinaire, *op. cit.*, p. 21.
- ³⁴ L. Dalrymple Henderson, "The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art: Conclusion", *Leonardo*, Vol. 17, No. 3 (1984), p. 205.
- ³⁵ A. Gleizes, anotado por A. Tudesq, "Du Cubisme et de ses détracteurs: Une Querelle autour de quelques toiles", *Paris-Midi*, 4 Oct, 1912, p.1.
- ³⁶ H. B. Chipp, *Theories of Modern Art: A Source Book by Art by Artists and Critics*, University of California Press, Berkeley: California, 1968, p. 223.
- ³⁷ J. Golding, *op. cit.*, pp. 103-104.
- ³⁸ J. F. Yvars, *Buenas Maneras. Arte y artistas del siglo XX*, Mondadori, Barcelona, 2011, p. 87.
- ³⁹ J. Golding, *op. cit.*, p. 103.
- ⁴⁰ J. Golding, *Caminos a lo absoluto. Mondrian, Malevich, Kandinsky, Pollock, Newman, Rothko y Still*, Turner Publicaciones, Madrid, 2003, p. 62.
- ⁴¹ L. Dalrymple Henderson, *The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art, op. cit.*, p. 72.
- ⁴² C. Green, *Art in France, 1900-1940*, Yale University Press, Singapore, 2000, p. 147.
- ⁴³ Sistema empleado por E. Jouffret basado en la existencia de

complejas versiones de perspectivas, sin una conexión causal, y que iban más allá de las teorías de C.H. Hinton en lo que venía a definirse como la filosofía del hiperespacio. Para más información, consultar E. Jouffret, *Traité élémentaire de géométrie à quatre dimensions et introduction à la géométrie à n dimensions*, Gauthier-Villars, Paris, 1903, pp. 154-161.

⁴⁴ P. Daix, *Diario del cubismo*, Ediciones Destino, Barcelona, 1982, p. 57.

⁴⁵ M. Kaku, *Hyperspace: A Scientific Odyssey through Parallel Universes, Time Warps and the Tenth Dimension*, Oxford University Press, New York, 1999, p. 65.

⁴⁶ T. Llorens Serra, *op. cit.*, p. 61.

⁴⁷ D. Cottington, *Cubismo*, Ediciones Encuentro, Madrid, 1999, p. 13.

⁴⁸ C. Briend, "Biografía en Albert Gleizes. *El cubismo en majestad*, Paris, Lyon, Barcelona: Réunion des musées nationaux, Musée des Beaux Arts, Museu Picasso, 2001, p. 52.

⁴⁹ L. Dalrymple Henderson, *The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art*, *op. cit.*, p. 89.

⁵⁰ J. F. Yvars, *op. cit.*, p. 88.

⁵¹ P. Daix, *op. cit.*, p. 52.

⁵² M. Raynal, *op. cit.* Igualmente citado en E. F. Fry, *op. cit.*, pp. 129-130; R. Ibáñez, *op. cit.*, p. 134.

⁵³ J. Nigro Covre, *Cubismo*, Giunti Editore, Milano, 2013, p. 17.

⁵⁴ P. Meecham; J. Sheldon, *Modern Art: A Critical Introduction*, Routledge, New York, 2005, p. 62.

REFERENCIAS

- Apollinaire, Guillaume, and Guillermo de Torre. 1946. *Guillaume Apollinaire: estudio preliminar y páginas escogidas*. Buenos Aires: Editorial Poseidón.
- Apollinaire, Guillaume. 2009. *Meditaciones estéticas. Los pintores cubistas*. Madrid: La balsa de la Medusa, 70.
- Briend, Christian. 2001. "Biografía." In *Albert Gleizes. El cubismo en majestad*, edited by Christian Briend, 18-129. Paris, Lyon, Barcelona: Réunion des musées nationaux, Musée des Beaux Arts, Museu Picasso.
- Cooper, Douglas. 1984. *La época cubista*. Madrid: Alianza Editorial.
- Cottington, David. 1999. *Cubismo*. Madrid: Ediciones Encuentro.
- Chipp, Herschel. 1968. *Theories of Modern Art: A Source Book by Art by Artists and Critics*. Berkeley, California: University of California Press.
- Daix, Pierre. 1982. *Diario del cubismo*. Barcelona: Ediciones Destino.
- Dalrymple Henderson, Linda. 1983. *The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. <https://doi.org/10.1086/355234>
- Dalrymple Henderson, Linda. 1984. "The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art: Conclusion." *Leonardo* 17 (3): 205-210. <https://doi.org/10.2307/1575193>
- Décimo, Marc, and Maurice Princet. 2007. *Le Mathématicien du Cubisme*. Paris: Éditions L'Échoppe.
- Fry, Edward. 1966. *Cubism*. New York: McGraw-Hill.
- Gleizes, Albert, and Jean Metzinger. 1986. *Sobre el cubismo*. Murcia: Colegio Oficial de aparejadores y arquitectos técnicos de Murcia; Murcia: Galería-librería Yerba; Murcia: Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad Autónoma de Murcia.
- Golding, John. 1993. *El cubismo. Una historia y un análisis 1907-1914*. Madrid: Alianza Editorial.
- Golding, John. 2003. *Caminos a lo absoluto. Mondrian, Malevich, Kandinsky, Pollock, Newman, Rothko y Still*. Madrid: Turner Publicaciones. <https://doi.org/10.1108/rr.2001.15.6.33.337>
- Green, Christopher. 2000. *Art in France, 1900-1940*. Singapore: Yale University Press.
- Ibáñez, Raúl. 2010. *La cuarta dimensión. ¿Es nuestro universo la sombra de otro?* Barcelona: RBA Coleccionables.
- Kaku, Michio. 1999. *Hyperspace: A Scientific Odyssey through Parallel Universes, Time Warps and the Tenth Dimension*. New York: Oxford University Press.
- Kruger, Runette. 2007. "Art in the Fourth Dimension: Giving Form to Form – The Abstract Paintings of Piet Mondrian." *Spaces of Utopia: An Electronic Journal* 5. <http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/4351.pdf>
- López, Macarena. 2006. "La noción de cuarta dimensión en artistas latinoamericanos." In *Terceras Jornadas de Historia del Arte. Arte americano: contextos y formas de ver*, edited by Juan Manuel Martínez, 311-326. Santiago de Chile: RIL editores.
- Llorens Serra, Tomás. 2001. *Nacimiento y desintegración del cubismo: Apollinaire y Picasso*. Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra.
- Medín, Joaquín. 1994. "El problema de la dimensionalidad del espacio físico." In *Hacer, pensar: colección de escritos filosóficos*, edited by Francisco José Ramos, 375-386. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v39n107a07>
- Meecham, Pam, and Julie Sheldon. 2005. *Modern Art: A Critical Introduction*. New York: Routledge.
- Metzinger, Jean. 1972. *Le Cubisme était né, Souvenirs*. Paris: Editions Présence.
- Miller, Arthur. 2001. *Einstein, Picasso: Space, Time And The Beauty That Causes Havoc*, New York: Basic Books.
- Nigro Covre, Jolanda. 2013. *Cubismo*. Milano: Giunti Editore.

El camino cubista hacia la experiencia n-dimensional

- Ouspensky, Piotr Demiánovich. 2006. *Un nuevo modelo del Universo: Principios del método psicológico*. Buenos Aires: Kier.
- Penrose, Roland. 1962. *Picasso: His Life and Work*. New York: Schocken.
- Poincaré, Henri. 1964. *El espacio y el tiempo*. México D.F.: Universidad Autónoma de México.
- Princet, Maurice, and Fernand Fleuret. 1912. *Les Peintres R. Delaunay, Marie Laurencin: exposition du 28 février au 13 mars 1912*. Paris: Galerie Henry Barbazanges.
- Raynal, Maurice. 1913. "Qu'est-ce que... le Cubisme?" *Comoedia Illustré* VI: n. p.
- Revel, Léon. 1911. "L'Esprit et l'espace: La Quatrième Dimension." *Le Théosophe* (Marche): 2.
- Spretnak, Charlene. 2014. *The Spiritual Dynamic in Modern Art: Art History Reconsidered, 1800 to the Present*. New York: Palgrave MacMillan.
- Toumey, Chris. 2007. "Cubism at the nanoscale." *Nature Nanotechnology* 2 (10): 587-589. <https://doi.org/10.1038/nnano.2007.310>
- Tudesq, André. 1912. "Du Cubisme et de ses détracteurs: Une Querelle autour de quelques toiles." *Paris-Midi* (October 4): 1.
- Yvars, José Francisco. 2011. *Buenas Maneras. Arte y artistas del siglo XX*. Barcelona: Mondadori.