

Pictorial Thinking: los diagramas como “esqueletización” del pensar

José Higuera Rubio
(Universidade do Porto)
jrubio@letras.up.pt

En su introducción a los gráficos existenciales, Peirce pregunta si el uso de letras, círculos y líneas tiene por sí mismo una evidencia lógica (CP 3.468, CP 3.424, CP 3.423). Una cuestión que se torna aún más relevante por la aguda crítica de Peirce a George F. Chambers en la recensión —de 1891— que escribió sobre su libro *Pictorial Astronomy* (Peirce, 1982: VIII). En este volumen se recopilaba la historia de las representaciones elaboradas sobre la figuración de los cuerpos celestes y sus movimientos, pero, según Peirce, sin que estas imágenes mostrasen por sí mismas el modo en que los astrónomos piensan y tienen una experiencia del cosmos. En ambos casos, Peirce introduce la cuestión acerca del fundamento operativo que subyace al uso de las herramientas visuales o diagramas, ya que este tipo de representación no posee una función clara si esta no significa, o es semejante, a una actividad del pensar, a una experiencia o a la naturaleza misma.

Podría considerarse al siglo XIX como uno de los periodos más prolíficos en el estudio de la función de los diagramas en la lógica, la astronomía, la teoría de la evolución, la mineralogía, la química o la fisiología. Esta profusión de herramientas visuales exigía una fundamentación que Peirce buscaba de manera constante por medio de una sencilla distinción: una cosa es elaborar un diagrama y otra diferente su aplicación (CP 3.419; CP 3.429). La diferencia entre la configuración material del dispositivo visual, o diagrama, y la finalidad específica que este conlleva parece un tanto obvia, aunque, es el foco de una cuestión todavía más compleja: la concepción peirceana de los diagramas como “esqueletos” del pensar (CP 1.355).

El mismo Peirce colocó en el centro de sus preocupaciones la función de los diagramas en la lógica, la división de las ciencias, y el conocimiento científico, con una gran profusión de ejemplos, en los cuales estudiaba de manera detallada la tradición que les precedía (Lemanski, 2017). El estudio exhaustivo de la tradición del uso de diagramas aplicados a la representación silogística le llevó a sugerir —haciéndose eco de Hamilton (1869) y de la recepción decimonónica de Juan Luis Vives (Nubiola, 1993)— que su proyecto —*My chef d’oeuvre*— podría mejorar los diagramas de Venn (1888) cuyo origen se remite a los gráficos de Euler, inspirados incidentalmente por un diagrama de Juan Luis Vives —mencionado en la correspondencia de Euler— que aparece en el segundo libro del *De censura veri et falsi* (Vives, 1783, III).

El texto con el que Vives introduce este diagrama nos ayuda a comprender mejor la cuestión acerca del porqué de la disposición gráfica de un diagrama y el fundamento de su aplicación. Vives sostiene, siguiendo a Cicerón, que el estudio de un silogismo no es tan solo acerca de sus términos, sino que debería incluir la significación de sus relaciones lo que, a su vez, remite a una significación más general (Vives, 1783, III). Vives describe este significado general como *nodī ratione et congruentia partium inter se*, literalmente es el modo en que los enunciados, que son las partes del silogismo, están “anudados” entre sí y la coherencia de los

argumentos. Entre las partes del silogismo hay una “conexión” natural que debe ser estudiada, ya que la comparación de los dos primeros enunciados, premisas, nos remite a la conclusión, o consecuente. Esa conexión entre los enunciados —que genera la inferencia— es descrita por Vives como un “habitus” que constituye el significado del silogismo o al contrario lo disuelve.

La expresión que utiliza Vives para referirse a la coherencia de las partes del silogismo y la conexión entre ellas es *congruitas*, una denominación geométrica que refuerza con el ejemplo de la congruencia de los ángulos de dos triángulos: los dos ángulos rectos de un triángulo isósceles y un escaleno son congruentes, en tanto que uno de los ángulos del isósceles es congruente con el ángulo recto de un cuadrado, lo mismo que con el ángulo recto del escaleno, por lo tanto hay una parte del triángulo isósceles, uno de sus ángulos rectos, que es congruente con el escaleno y el cuadrado. El ángulo recto del primer triángulo es el término medio que conecta a tres figuras diferentes y excluye otros casos de congruencia como el triángulo agudo. De este modo, un término medio representa una inferencia general, afirma una inferencia singular y niega otra (Vives, 1783, III).

El término medio en los silogismos es la conexión entre los enunciados y es lo que da “fuerza” al silogismo, ya que permite inferir, afirmar o negar, de un modo universal o particular la conexión que hay entre las premisas y la conclusión. El sentido intencional del término medio que puede ser atribuido a cualquiera de los enunciados del silogismo es el que cambia el orden de sus partes y por lo tanto la conexión entre ellas. Vives cita a Capella y a Quintiliano quienes proponen otra ilación de los silogismos en la que pueden intercambiarse el orden de sus partes o enunciados. Esta comparación de las partes del silogismo —por la función que posee en cada una de ellas el término medio- cambia el orden en que se infiere la conclusión de una manera directa o indirecta, lo que Vives representa por medio del ya célebre diagrama triangular que representa la superposición de las partes del silogismo con la finalidad de insertar la ilación de los enunciados, de acuerdo con la función conectiva que cumple el término medio entre ellos y en cada uno de los enunciados (Vives, 1783, III).

La representación gráfica de esta equiparación y transposición funcional de la conexión del término medio con los enunciados del silogismo modifica el orden de inferencia entre las partes del silogismo, lo que es compatible con la representación de las diferentes figuras silogísticas recogidas por la tradición, cuya diferencia radica precisamente en la ilación y la trasposición de los términos, lo que modifica la estructura de los enunciados del silogismo (Vives, 1783, III). Así que el valor del esquema de Vives radica en que se trata de una representación general del modo en que la estructura de los enunciados de los silogismos se dispone de acuerdo con la función que cumple el término medio respecto a la ilación de los enunciados y el orden en que se infiere la conclusión en cada uno de sus casos. El diagrama (diag. 1) adquiere el fundamento de su aplicación en los diferentes casos del silogismo, porque representa una concepción general acerca de las relaciones, la ilación, y las formas de inferencia, entre las premisas y la conclusión gracias a la posibilidad de trasponer la función del término medio e igualar su “fuerza” en cada uno de los enunciados.

El ejemplo de Vives recordado por Peirce (*CP* 2.390; *CP* 4.353), gracias a Hamilton y antes por Euler, sirve para ilustrar la pregunta acerca de la disposición visual de los diagramas y la función que estos cumplen. En el caso de Vives, a este diseño del diagrama le precede una crítica de la concepción del silogismo tratado desde la perspectiva de la significación aislada de los términos de las premisas respecto a un término medio inamovible, lo que deja de lado los problemas de conexión entre las premisas y la ilación de estas según el término medio, así como la posibilidad de representar las formas de inferencia y transformación que sufren los enunciados en los distintos casos. De este modo el diagrama se torna una representación general de los

procesos del pensar que formula una experiencia de composición y recomposición de las diferentes “operaciones” del pensamiento (CP 2.599). En palabras de Vives el diagrama representa la forma en que esta “anudado” el razonamiento, en este caso las partes del silogismo, lo que Peirce denominará después el “esqueleto” del pensamiento.

A continuación, intentaré mostrar la concepción peirceana de los diagramas desde la perspectiva del “esqueleto” del pensar. En dicha denominación se encuentra, según mi opinión, la forma de resolver la cuestión que formuló Peirce acerca del fundamento de las herramientas visuales y su aplicación, ya que un diagrama es ante todo una representación operativa que se asemeja a la ilación de un razonamiento, el comportamiento de un fenómeno o la división de las disciplinas. Por lo tanto, la idea de diagrama como “esqueleto” resuelve el problema de la dualidad entre visualización y aplicación para ofrecer una representación, con la “autoridad” de lo perceptible, de un procedimiento que alcanza una realización y muestra la relación entre sus partes. Es en este punto dónde los diagramas tratados como “esqueletos” divergen, ya que algunos diagramas son incompletos como en el caso de Kepler y la concepción elíptica de las orbitas planetarias. Mientras que la división “escalar-escalonada” de las ciencias de Peirce sugiere un modelo del conocimiento que mantiene la conexión y la operatividad de una forma paradójica. La aproximación a estos dos “esqueletos” nos ayudará a comprender que el pensamiento diagramático es una filosofía del pensar como experiencia perceptible de su propio operar en la que encontramos diversos casos, aunque conserva una misma unidad entre soporte visual y experiencia, o diagrama y aplicación.

El caso Kepler

Ejemplo de abducción (Kapitan, 1997; Plutynski, 2011), o *retroducción* como Peirce lo denomina en algunos textos, es la concepción kepleriana de la forma elíptica de la orbita de marte —en la cual el sol ocupa uno de los focos de la elipse—. Esta interesante paradoja en la historia del conocimiento científico (Hanson, 1958) parte de las observaciones de Tycho Brahe estudiadas por Kepler (1603-1609). Sin embargo, estas fueron elaboradas para satisfacer un modelo acorde con la forma circular de las orbitas planetarias sobre las que se superponían otros círculos menores, llamados epiciclos y ecuanes, que explicaban la retrogradación de marte cuyos movimientos anómalos formaban en el cielo una secuencia con forma de bucle. La figuración circular fue puesta en duda por Kepler quien pensó, como lo indica Peirce (CP 5.362), que debía de existir un cierto “aplastamiento” en la órbita de marte que la hacía semejante a un huevo (Diag. 2). Sin embargo, esta forma alternativa tampoco explicaba los movimientos observados por ambos astrónomos.

Los estudiosos del caso Kepler (Hanson, 1958; Voelkel, 2001) y la atención que dedicó Peirce a su formulación de la primera ley del movimiento planetario, indican que en la hipótesis del “aplastamiento” —de la forma de la órbita— intervino un factor físico: la fuerza tractora que ejerce el sol sobre los planetas. La concepción de esta fuerza provino del conocimiento que tuvo Kepler de los estudios sobre el magnetismo, lo que superaba el prejuicio aristotélico acerca de la acción causal en la que una fuerza (Diag. 3) actúa a distancia sin la mediación de otro cuerpo, ni por el empuje que este pueda ejercer (Pauli, 2002). La acción a distancia es un tema que hacía parte de los estudios astrológicos del mismo Kepler quien aseguraba que la acción de la luz se multiplicaba de manera radial alcanzando la tierra, situación que condicionaba la formación de la naturaleza humana y la subsistencia de su acción en el alma.

En los diagramas de Kepler se insiste en representar las anomalías del movimiento planetario y como estas no coinciden con las explicaciones que había en su época. Por esto, el

diagrama de la fuerza ejercida por el sol sobre los planetas en el *Mysterium cosmographicum* (1596, Diag. 3) representa una variación, debida a una fuerza, en la forma de la órbita —inscrita en EFGH cuyo centro está en B— en tanto que en el modelo de Tolomeo se justifica la variación con la inserción de otra figura geométrica o ecuante —en D si el centro es el sol en A—. La superposición de las dos soluciones nos muestra que Kepler sospechaba de los modelos geométricos —sostenidos por ecuantes y epiciclos— que no tenían en cuenta que las anomalías se debían a una variación en la fuerza tractora del sol. En cambio, en los diagramas de la *Astronomia nova* (1604, Diag. 2) Kepler sugiere que la anomalía puede ser explicada por medio de la suposición de un debilitamiento de la fuerza tractora en el afelio -punto más lejano del planeta al sol en N-, lo que además puede ser descrito por un “achatación” de la órbita que deja de ser circular y que no necesita de artificios geométricos.

Los filósofos de la ciencia no suelen tener en cuenta la faceta astrológica de Kepler (Pauli, 2002), y menos su confianza en la permanencia de una acción lumínica a distancia que configura el alma, aunque sí reconocen la concepción de una fuerza tractora en la formulación del argumento de Kepler (Hanson, 1958):

1. The predictions of model M[Tycho] deviate from observations in such and such way.
2. If the modification of M[Tycho], M[Kepler+1], were true, observations would follow at least approximately, and the previous deviation would be explained.
3. Hence there is a reason to think that M[Kepler+1] is true.

M[Kepler+1] es un modelo que aplica una figuración geométrica diferente a la circular y que además añade la fuerza ejercida sobre el planeta desde uno de los focos de la elipse. Sin embargo, en estas consideraciones no intervienen los diagramas estudiados por Kepler (img. 2 y 3) en los que se nota una paulatina modificación en el cálculo de la forma de la órbita de acuerdo con 1) y 2). Por lo tanto, los estudiosos de la abducción —en el caso Kepler— parece que dan por supuesto el tratamiento de los diagramas geométricos en la expresión “hay una razón para pensar que M[Kepler+1] es verdadera”.

Si esta enunciación del razonamiento de Kepler es aproximada podría afirmarse que en M[Kepler+1] existe una compleja construcción diagramática —icónica en términos de Peirce— que representa: las observaciones realizadas por Kepler, la suposición de la existencia de una fuerza tractora, así como la inserción de una figura geométrica novedosa estudiada por Arquímedes en las curvas cónicas. Como el mismo Peirce lo observa en su recensión a *Pictorial Astronomy* los diagramas no pueden ser entendidos por sí mismos sin la referencia los procesos de pensamiento que estos representan y en el caso de Kepler (1609) un mismo diagrama geométrico “imita” los procesos ocurridos en 1) y 2), además de las suposiciones de la persistencia de una fuerza subsistente que actúa de una determinada manera, explicada por la geometría de las curvas cónicas, en los planetas, lo que hace suponer que “hay una razón” (CP 2.96) que puede explicar las anomalías observadas del movimiento planetario en términos de una cierta configuración geométrica (diag. 2-3). Esta compleja coincidencia entre observación, configuración geométrica y nociones de fuerza causal, emparentadas con el magnetismo y la acción a distancia, subsistente, de la luz están representadas en los diagramas citados (CP 7.180). De esta manera se cumple la formulación peirceana acerca del pensamiento diagramático que

representa una operación del entendimiento en un esquematismo (*CP* 2.778) que tiende a imitar la experiencia observable en la naturaleza, cuya consecuencia es la formulación de una explicación general sobre el comportamiento planetario. Además, estos diagramas (Voelkel, 2001) contienen un caso de *retroducción* —abducción— un término que posiblemente se refiere a la posibilidad anticipada de la aparición de una cierta teoría basada precisamente en un movimiento retrogrado —anómalo— en la formulación de hipótesis; es decir, un bucle en el conocimiento científico.

La división de las ciencias

Oostra (2003), en clara sintonía con Pietarinen o Stjernfelt (2015), dedicó en su estudio a los gráficos existenciales una introducción al pensamiento diagramático de Peirce. En dicha introducción se cita el provocador esquema que propone Peirce para la división de las ciencias descrito como una escalera que está compuesta a su vez de otras escaleras de las que parten otras series de escaleras (*MS* 328, 20; Kent, 1997). Esta gradación virtualmente ilimitada de la división de las ciencias es una genuina hipótesis diagramática que intenta recoger las variaciones de experiencias, métodos, objetos, lenguajes, y comunidades, latentes en la enorme diversidad del conocimiento humano o los “reinos de las ciencias” (*CP* 1.181) en palabras de Peirce.

Puede elegirse un esquema de la división de las ciencias entre las diversas formulaciones de Peirce para comprobar que ese intrigante esquema, al parecer tridimensional, tiende a reproducirse como aquella escalera que genera la posibilidad de otra más, como una ola que contiene a muchas otras (*MS* 1345):

- I. Mathematics
 - 1. Geometry
 - 2. Arithmetic
 - 3. The theory of finite groups
- II. Empirics (Phenomenology)
 - 1. Philosophy (the study of universal characters of phenomena)
 - a. Logic
 - b. Metaphysics
 - 2. Nomology (the study of those characters of phenomena which, though not universal, belong to whole classes of phenomena, and the attempt to account for them by connecting them with the universal laws which philosophy discovers)
 - a. Psychics
 - ii. Psychology proper (the science of mind viewed from internal standpoint)
 - ii. Anthropology (Empsychonomy, the science of mind viewed from external standpoint)
 - 1. Individuals
 - 2. Families
 - 3. Communities
 - b. Physics
 - ii. Energetics (the science of physics, without reference to the differences of different kinds of matter)
 - ii. Molecular physics
 - 3. Descriptive and Explanatory Science (Episcopy) (the description of individual things, with a view to explaining them by the laws nomology makes out)
 - a. Ergography (Technology, the account of the works of intelligent beings)
 - a. Empsychography (the account of those beings themselves)
 - b. Cosmography (the account of inanimate nature)
 - ii. Geognosy
 - ii. Astronomy
- III. Pragmatics
 - 1. Ethics (the study of general principles of conduct)
 - a. Private ethics
 - b. Public ethics
 - 2. Arts (the study of general problems not going back to first principles)
 - a. Private arts (arts practiced by individuals)
 - b. Sociology (public arts)
 - 3. Policy (the study of special problems arising in history)
 - a. Policy toward men
 - b. Religion (policy toward superior beings)
 - c. Policy toward lower animals.

Esta división tripartita de las ciencias —*Mathematics, Empirics, Pragmatics*— posee una clara inspiración en la filosofía antigua y su recepción escolástica, puesto que parece una inusual mezcla entre la división de las ciencias platónica (dialéctica, física, ética) y aristotélica (teórica, práctica, productiva) a la manera como se encuentra en Boecio o Al-Farabi. Más allá del carácter histórico de la división de las ciencias en tres grandes áreas, observamos que hay una sucesiva subdivisión en cada de las disciplinas hasta llegar a una especificidad que intenta agotar los objetos singulares de estudio que Peirce tenía al alcance en su época; es el caso de la división, p. e. *Empirics-Nomology-Psychics-Antropology-Individuals; Empirics-Descriptive-Cosmography-Astronomy; Pragmatics-Policy-Religion*.

De esta manera, sería posible localizar una cierta cadena gradual de disciplinas, que podría encajar en el esquema que nos ofrece Oostra (Diag. 4) del pasaje que describe la división “tridimensional” de las ciencias en escaleras sucesivas que contienen a otras más. Los especialistas

suelen insistir en las relaciones entre las categorías peirceanas y la vocación arquitectónica del conocimiento —“planning out from the begining”— representada por las distintas formulaciones que Peirce elaboró de la división de las ciencias. Estamos acostumbrados, en este tipo de exposición, a que se propongan una especie de planos funcionales en los que de manera casi obsesiva se busca la correspondencia, ya formulada por Peirce (K. Atkins, 2006) o supuesta por nuestra concepción de las ciencias (Pietarinen, 2006), entre una categoría específica y alguna ciencia o grupos de ciencias. La cuestión se reduce a buscar en cada especialidad del conocimiento que hay de *Firstness*, *Secondness*, *Thirdness*, o si es posible hablar de *monads*, *dyads*, *triads*. Frente a esta supuesta “taxonomía” categorial de la división de las ciencias, Peirce propone un ejercicio combinatorio —triádico— que pretende establecer aquellas “unsatisfied valencies” originadas por las sucesivas divisiones y subdivisiones de las ciencias (CP 6.322). Peirce propuso seis niveles de clasificación —inspirado en la zoología— lo que sin duda reproduce su esquema categorial, pero que deja abierta la posibilidad de insertar nuevas valencias:

1. Branches: characterized by the plan of the structure
2. Classes: the manner of execution as far as ways and means are concerned
3. Orders: the degree of complication of the structure
4. Families: the form as determined by the structure
5. Genera: the details of the execution in the special parts
6. Species: the relations of individuals to one another and their environments and appearances

Esta clasificación (CP 1.230) ofrece una estructura, espacios en blanco para ser llenados con nuevas divisiones en las que se reproduce aquel diagrama escalonado de las ciencias, pleno de espacios para ser colmados. En resumen, un “esqueleto de las ciencias”. La arquitectónica peircena más que un ejercicio de conexiones intracategoriales o metacategoriales entre las distintas disciplinas, ofrece un esquema (Ch. Ambrosio, 2016) que imita las formas en que el conocimiento se expande en toda su complejidad por medio de ramas, ordenes, clases, familias, géneros, especies, lo que el diagrama “escalonado” de las ciencias, virtualmente ilimitado, representa en todas sus posibilidades.

Conclusión: Esqueletos y fósiles

En los tres ejemplos citados —Vives, Kepler y la división “escalar” de las ciencias— existe un elemento común que el mismo Peirce denomina los “finos esqueletos del pensar” (CP 1.355) o diagramas. En ellos encontramos la unidad entre una operación intelectual, como lanzar una hipótesis o establecer una inferencia, respecto a un hecho observado en la naturaleza o una cuestión que yace en la tradición filosófica. En palabras de Peirce la “construcción” de este tipo de esquemas es una “esqueletización” del pensar: una configuración de las operaciones intelectuales tanto en su desarrollo como en sus fines. Por lo tanto, la crítica a Chambers pretendía superar el uso de diagramas sin la referencia a la cuestión que estos tratan, el desarrollo de las hipótesis, y el hecho que intentan estudiar. Sin esta convergencia entre experiencia, pensar e hipótesis sobre un conjunto de hechos (Hoffmann, 2002), los diagramas dejan de ser “esqueletos” para convertirse en meros “fósiles” de una concepción del mundo que nos es extraña, ya que no es presentada de acuerdo con las formas de generación de conocimientos y experiencias que originaron aquellos diagramas. En palabras de Peirce (CP 3.559):

The *skeletonization* or *diagrammatization* of the problem serves more purposes than one; but its principal purpose is to strip the significant relations of all disguise. Only one kind of concrete clothing is permitted —namely, such as, whether from habit or from the constitution of the mind, has become so familiar that it decidedly aids in tracing the consequences of the hypothesis.

La generación de experiencias del pensar —en tensión— entre las hipótesis generadas y la observación de los hechos tiene una estructura visual de base en los diagramas, ya que puede revertirse la dirección de la una tradición lógica, como en el caso de Vives; formular una ley del movimiento planetario como hizo Kepler; o describir una estructura general del comportamiento abierto y pluridimensional del conocimiento humano como lo hizo Peirce. Por lo tanto, el desafío arquitectónico que propone Peirce no está sometido a la rigidez de unas formas categoriales y se encuentra, en cambio, en la hoja en blanco de la inserción de valencias. En tanto que el pensar, como experiencia y experimento, obedece a la manipulación de una página abierta tal como lo haría un químico o un físico.

Bibliografía

Ch. Ambrosio (2016), “The Historicity of Peirce’s Classification of the Sciences”, *European Journal of Pragmatism and American Philosophy*, 8: 2, 1-30.

R. K. Atkins (2006), “Restructuring the Sciences: Peirce's Categories and His Classifications of the Sciences”, *Transactions of the Charles S. Peirce Society*, 42:4, 483-500.

W. Hamilton (1869), *Lectures on Metaphysics and Logic*, Blackwood, Edimburgo.

N. R. Hanson (1958), *Patterns of Discovery*, Cambridge, Cambridge University Press. Wilson, C. (1972): “How Did Kepler Discover His First Two Laws?”, *Scientific American* 226, 93-106.

Hoffmann, M. H. G. (2002). “Peirce’s ‘Diagrammatic Reasoning’ as a Solution of the Learning Paradox”, ed. G. Debrock, *The Quiet Revolution: Essays on Process Pragmatism Amsterdam*, Rodopi Press, 147-174.

T. Kapitan, (1997), “Peirce and the Structure of Abductive Inference”, eds. N. Houser, D.D. Roberts, J. van Evra, *Studies in the Logic of Charles Sanders Peirce*, Bloomington e Indianapolis: Indiana University Press, 477–496.

B. Kent (1997), “The interconnectedness of Peirce’s diagrammatic thought”, eds. N. Houser, D. D. Roberts, J. van Evra, *Studies in the Logic of Charles Sanders Peirce*, Bloomington e Indianapolis: Indiana University Press, 445–459.

I. Kepler (1609), *Astronomia nova*, (trad. ingl. de W.H. Donahue, 1992), Cambridge University Press.

J. Lemanski (2017), “Periods in the Use of Euler-Type Diagrams”, *Acta Baltica Historiae et Philosophiae Scientiarum*, 5, 1.

J. Nubiola (1993), "Juan Luis Vives y Charles S. Peirce", *Anuario Filosófico*, 26, 155-164.

A. Oostra (2003), "Peirce y los diagramas", *II Jornada del Grupo de Estudios Peirceanos*, 10 de octubre de 2003, Pamplona: www.unav.es/gep/IIJornada/PeirceYLosDiagramas.pdf W. Pauli, (2002), *Le cas Kepler*, París, Albin Michel.

C. S. Peirce (1936-1958), *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, eds. por C. Hartshorne, P. Weiss, y A. Burks, Harvard University Press, Cambridge.

_____ (1982-), *Writings of Charles S. Peirce: A Chronological Edition*, eds. M. H. Fisch, E. C. Moore, et al. Indiana University Press, Bloomington.

A. Pietarinen (2006), "Interdisciplinarity and Peirce's classification of the Sciences: A Centennial Reassessment Perspectives", *Science*, 14: 2, 127-152.

A. Pietarinen, F. Stjernfelt (2015), "Peirce and diagrams: two contributors to an actual discussion review each other", *Synthese*, 2015, 192:4, 1073-1088.

A. Plutynski (2011), "Four Problems of Abduction: A Brief History", *Hopos: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, 1:2, 227-248.

S. Shin (1994), "Peirce and the logical status of diagrams", *History and Philosophy of Logic*, 15:1, 45-68.

J. Venn M.A. (1880), "On the diagrammatic and mechanical representation of propositions and reasonings", *Philosophical Magazine Series 5*, 10:59, 1-18.

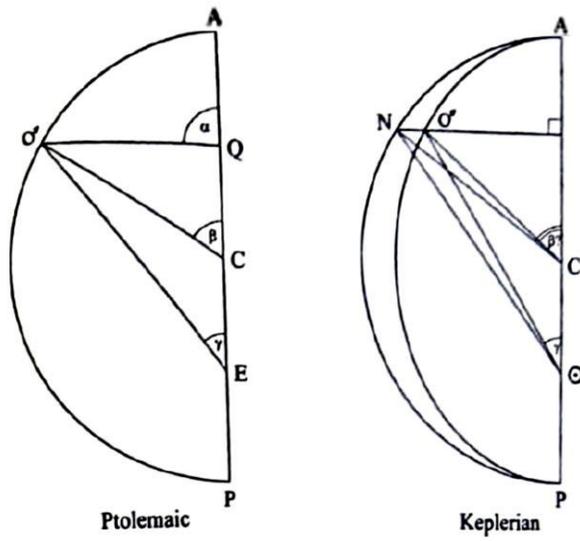
J. Luis Vives (1783), *Joannis Ludovici Vivis Valentini Opera Omnia...tomus III*, Valentiae Edetanorum: in officina Benedicti Monfort ..., 1783, 171.

R. Voelkel, (2001), *The Composition of Kepler's Astronomia nova*, USA-Princeton: Princeton University Press.

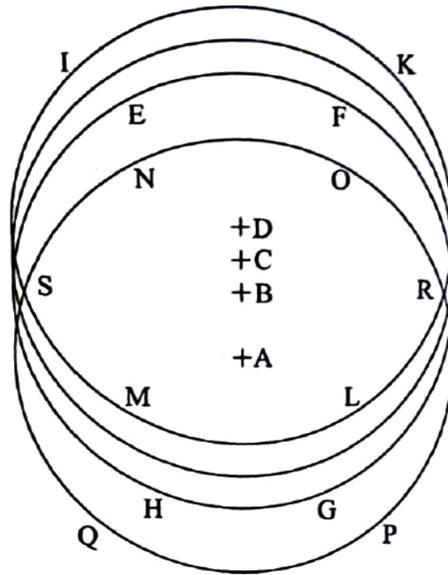
Diag. 1



Diag. 2



Diag. 3



Diag. 4

