EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVII JORNADAS

VOLUMEN 13 (2007)

Pío García
Luis Salvatico
Editores

ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

La mecánica de René Descartes*

Pablo Lorenzano, Daniel Blanco, Christian Carman, Ana Donolo, Lucía Federico, Santiago Ginnobili, Mariano Lastiri, Mercedes O'Lery y María Eugenia Onaha †

Introducción

El objetivo del presente trabajo es el de proporcionar una primera aproximación a la mecánica de René Descartes dentro del formato proporcionado por la concepción estructuralista de las teorías.‡ Sus dos trabajos *Le monde ou Traité de la lumière* y *Principia Philosophiæ* constituyen el mayor desarrollo, y más sistemático, de la mecánica cartesiana, y sientan las bases del "cartesianismo", que continúa desarrollándose en el siglo XVII de la mano sus seguidores –siendo dos de los más importantes Nicholas Malebranche y Jacques Rohault–, y alcanza quizás su punto máximo en la obra de un cartesiano poco ortodoxo, y muy crítico, Christiaan Huygens. A él le debemos, antes del surgimiento de la mecánica newtoniana, una versión más satisfactoria de la mecánica del choque, a la que también contribuyeron John Wallis, Christopher Wren y Edmé Mariotte. Aquí se presentan los primeros pasos en el tratamiento estructuralista de la mecánica cartesiana, reconstruyendo su elemento teórico básico (con su núcleo teórico **K** –constituido por la clase de los modelos potenciales $\mathbf{M_p}$, de los modelos **M**, de los modelos parciales $\mathbf{M_{pp}}$ y las condiciones de ligadura **C**; por razones de espacio, los vínculos interteóricos **L** no serán presentados– y su dominio de aplicaciones propuestas **I**), su afirmación empírica, algunas de sus especializaciones y su red teórica correspondiente.

1. El elemento teórico básico de la mecánica cartesiana

Aquí se introducen distintos componentes del núcleo teórico de la mecánica cartesiana **K(MCAR)** – la clase de los modelos potenciales $\mathbf{M_p}$**(MCAR)**, la clase de los modelos **M(MCAR)** y la clase de los modelos parciales $\mathbf{M_{pp}}$**(MCAR)**– y se caracteriza su campo de aplicaciones propuestas **I(MCAR)** y su afirmación empírica.

1.1. El núcleo teórico de la mecánica cartesiana

1.1.1. Los modelos potenciales de la mecánica cartesiana

Se comienza la reconstrucción a partir de la caracterización del conjunto de los *modelos potenciales*, constituido por estructuras que satisfacen ciertas condiciones estructurales (los axiomas impropios) para los conceptos de la teoría, que expresan el marco conceptual, y de las que tiene sentido preguntarse si son modelos actuales de la teoría.

---

* Este artículo es fruto del trabajo conjunto dentro del Seminario Permanente en Filosofía de la Ciencia, dirigido por Pablo Lorenzano, en la Universidad Nacional de Quilmes, y fue realizado con ayuda de los proyectos de investigación PICTR2002-00219 y PICT2003-14261 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

† Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Nacional de Tres de Febrero/Universidad de Buenos Aires/Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica/CONICET

‡ Debido a limitaciones de espacio, este trabajo presupondrá familiaridad por parte del lector con dicha concepción. Se recomienda consultar Balzer, Moulines & Sneed (1987) o Díez & Lorenzano (2002).

Definición 1:

M_p(MCAR): $x = \langle C, T, <, q, v\rangle$ es una *mecánica cartesiana potencial* ($x = \langle C, T, <, q, v\rangle \in$ **M_p(MCAR)**) si y sólo si

(1) C es un conjunto finito, no-vacío
(2) T es un conjunto finito, no-vacío
(3) $<$ es una secuencia en T
(4) $q: C \rightarrow \mathbb{R}^+$
(5) $v: C \times T \rightarrow \mathbb{R}_0$

Axiomas de interpretación:

(1) C representa el conjunto de cuerpos (perfectamente sólidos o duros).
(2) T representa el conjunto de instantes (o momentos) temporales.
(3) $<$ es una relación de orden en T que describe la sucesión de los momentos (de forma tal que t_i representa cualquier instante o momento y t_{i+1} el instante o momento inmediatamente sucesor y t_{i+n} cualquier instante o momento posterior).
(4) q representa una función que le asigna, a cada cuerpo, su volumen (tamaño, figura), dado en largo, ancho y profundo (un solo número, resultado de la multiplicación de los tres valores).
(5) v representa la rapidez de un cuerpo en determinado momento, mediante una función que le asigna a un cuerpo en determinado momento un número real $\mathbb{R}_0$ (si $\mathbb{R} = 0$, entonces el cuerpo c se encuentra en reposo; por otro lado, utilizaremos el signo '–' delante de v para representar que un cuerpo se mueve con cierta rapidez de derecha a izquierda, mientras que en el caso en que el cuerpo se mueva con cierta rapidez de izquierda a derecha no utilizaremos ningún signo especial; el *sentido* del movimiento, ya sea de izquierda a derecha como de derecha a izquierda, es lo que Descartes denomina "determinación" –*determinatio*– del movimiento).

1.1.2. Los modelos de la mecánica cartesiana: su ley fundamental

El conjunto de *modelos* de la mecánica cartesiana es un subconjunto de los modelos potenciales, cuyas estructuras satisfacen, además de los axiomas impropios, la ley fundamental de la mecánica cartesiana, el "principio de conservación de la cantidad de movimiento".

Definición 2:

M(MCAR): Si $x = \langle C, T, <, q, v \rangle$ es un **M_p(MCAR)**, entonces x es una *mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCAR)**) si y sólo si

(1) $\sum_{c\in C} q(c) \cdot v(c, t_i) = \sum_{c\in C} q(c) \cdot v(c, t_{i+n})$

La ley fundamental de la mecánica cartesiana, la *ley* o *principio de conservación de la cantidad de movimiento*, fue expresada por Descartes de manera similar, aunque no idéntica, en sus dos obras más importantes sobre la temática (*Mundo*, cap. VII, y *Pr* 2 XXXVI). La expresión formal se debe a que la *cantidad de movimiento* es igual al *producto* del *volumen* de un cuerpo ($q(c)$) por su *rapidez* ($v(c, t_i)$).

1.1.3. Los modelos parciales de la mecánica cartesiana

La clase de los *modelos parciales* de la mecánica cartesiana está constituida por estructuras que nos permiten representar lo que se intenta explicar, que sólo contienen aquellos términos no-teóricos para esta teoría.

De acuerdo con el criterio informal de *T*-teoricidad, un concepto es teórico para una teoría dada cuando su extensión sólo puede ser determinada presuponiendo la ley fundamental de dicha teoría, e.e. la determinación de la extensión del concepto solamente se logra en las situaciones en las que se satisface la ley fundamental. De otro modo, el concepto es considerado no-teórico para esa teoría.

Aquí vamos a suponer que cuerpo, tiempo y orden (temporal) son conceptos *cartesiano*-no-teóricos, mientras que de los restantes, volumen y rapidez, siendo candidatos a conceptos *cartesiano*-teóricos, diremos que habría razones –no definitivas y sobre las cuales no profundizaremos aquí– para optar por el de volumen como único concepto *cartesiano*-teórico. Si esto es así, estamos en condiciones de caracterizar la clase de los modelos parciales de **MCAR** del siguiente modo:

Definición 3:

$\mathbf{M_{pp}(MCAR)}$: $y = \langle C, T, <, v\rangle$ es una *mecánica cartesiana parcial* ($y = \langle C, T, <, v\rangle \in \mathbf{M_{pp}(MCAR)}$) si y sólo si existe una x tal que:

(1) $x = \langle C, T, <, q, v\rangle \in \mathbf{M_p(MCAR)}$

(2) $y = \langle C, T, <, v\rangle$

1.1.4. Las condiciones de ligadura de la mecánica cartesiana

Una *condición de ligadura* de la mecánica cartesiana, $\mathbf{C_1(MCAR)}$, es una relación del tipo de las denominadas *de igualdad*. En general, las condiciones de ligadura de igualdad funcionan del siguiente modo. Se considera alguna función, que representa una propiedad de los objetos de la teoría. La condición de ligadura de igualdad para esa función requiere, entonces, que los objetos que ocurran en aplicaciones distintas posean el mismo valor en todas esas aplicaciones.

En el caso considerado, se trata de la exigencia de que a un mismo cuerpo le sea asignado el mismo volumen, en todas las aplicaciones de la mecánica cartesiana en que ellos ocurran. Se utiliza aquí el símbolo "**C**" (por "condición de ligadura"), con subíndices numéricos para distinguir las distintas condiciones de ligadura particulares, y las siguientes convenciones: si x o y es un elemento del conjunto de modelos potenciales de **MCAR**, entonces los componentes pertenecientes a ellos deberían tener "x" o "y" como subíndices. El conjunto de cuerpos del modelo potencial x se simboliza por "C_x", la función q de y por q_y, etc. Dicha condición de ligadura $\mathbf{C_1}$ se expresa de la siguiente manera:

Definición 4:

$\mathbf{C_1(MCAR)}$: la condición de ligadura de igualdad en **MCAR** para q está definida por $X \in \mathbf{C_1}$ si y sólo si $\varnothing \neq X \subseteq \mathbf{M_p(MCAR)}$ y para toda $x, y \in X$ y toda c: si $c \in C_x \cap C_y$, entonces $q_x(c) = q_y(c)$

Otra *condición de ligadura* de la mecánica cartesiana, $\mathbf{C_2(MCAR)}$, es una relación del tipo de las denominadas *de extensividad* (o *aditividad*). En general, las condiciones de ligadura de extensividad funcionan del siguiente modo. Se considera alguna función, que representa una propiedad de los objetos de la teoría. La condición de ligadura de extensividad para esa función requiere, entonces, que dicha función sea aditiva, e.e. la suma de un cuerpo compuesto es la suma de los tamaños de los componentes.

Definición 5:

C_2(MCAR): es la condición de ligadura de extensividad en **MCAR** para q si y sólo si existe un $\circ$ tal que:

(1) $\circ: C \times C \rightarrow C$ donde $C := \cup \{C_x / x \in$ **M$_p$(MCAR)**$\}$

(2) para toda X: $X \in$ **C_2(MCAR)** si y sólo si $\varnothing \neq X \subseteq \{x / x \in$ **M$_p$(MCAR)**$\}$ y para toda x, y y $z \in X$ y toda $c, c' \in C$: si $c \in C_x$ y $c' \in C_y$ y $c \circ c' \in C_z$ entonces $q_z(c \circ c') = q_x(c) + q_y(c')$

El conjunto de todas las condiciones de ligadura de la mecánica cartesiana, la *ligadura global* **GC(MCAR)**, puede representarse mediante la intersección conjuntista de todas ellas, e.e. **GC(MCAR):= C_1 □ C_2**. **GC** será un nuevo componente del núcleo **K(MCAR)**.

En una reconstrucción verdaderamente completa de **MCAR** deberíamos incluir los vínculos que esta teoría tiene con otras teorías. Sin embargo, ya que por ahora dejamos abierta la cuestión de los vínculos esenciales de **MCAR** con otras teorías y asumimos idealmente que no hay tales vínculos, el *núcleo teórico de la mecánica cartesiana* (**K(MCAR)**) puede ser caracterizado como sigue:

K(MCAR):= ⟨M$_p$(MCAR), M(MCAR), M$_{pp}$(MCAR), C(MCAR)⟩.

1.2. Las aplicaciones intencionales y el elemento teórico básico de la mecánica cartesiana

El *dominio de aplicaciones propuestas* o *intencionales* constituye la clase de aquellos sistemas empíricos a los que uno desea aplicar la ley fundamental de la teoría. Ellos no pueden ser caracterizados por medios puramente formales. Lo único que *podemos* decir desde un punto de vista formal es que una aplicación propuesta es un modelo parcial. Aquí, esto significa que **I(MCAR)** $\subseteq$ **M$_{pp}$(MCAR)** y que los miembros de **I(MCAR)** son sistemas empíricos en donde ciertos cuerpos se mueven con determinada rapidez (en un mismo plano y en cierto sentido o con cierta "determinación").

El *elemento teórico básico de la mecánica cartesiana* puede ahora ser caracterizado como sigue:

T(MCAR):= ⟨K(MCAR), I(MCAR)⟩.

1.3. La afirmación empírica de la mecánica cartesiana

La mecánica cartesiana pretende que ciertos sistemas empíricos, descritos *cartesiana*-no teóricamente, satisfacen las condiciones impuestas por ella en el siguiente sentido: esos son los datos de la experiencia que se deberían obtener, si la realidad se comporta como ella dice. Esta pretensión se expresa en la *afirmación empírica* de la mecánica cartesiana:

(*) Todo sistema mecánico particular intencionalmente seleccionado puede ser, añadiendo un componente teórico q a la parte no-teórica del núcleo teórico correspondiente ($\langle C, T, <, v\rangle$), aproximadamente extendido a un modelo de la **mecánica cartesiana.**

El núcleo teórico presentado sirve como núcleo teórico básico para *todas* las aplicaciones propuestas de la mecánica cartesiana. Afirmaciones interesantes pueden ser obtenidas incorporando restricciones adicionales a través de las llamadas "especializaciones".

2. Las especializaciones de la mecánica cartesiana

De las distintas maneras de establecer una red teórica para la mecánica cartesiana a partir de sus especializaciones, que satisfacen condiciones restrictivas adicionales, Descartes nos presenta tres, correspondientes a las tres *reglas* o *leyes de la naturaleza* que establece, con distinto orden y con ciertas diferencias, en *El mundo* y en los *Principios de filosofía*: 1) la ley de "inercia" (constancia, persistencia o perseverancia de los estados, en particular del movimiento), 2) la ley de "rectilineareidad" (constancia, persistencia o perseverancia de la determinación y de la tendencia que los cuerpos en movimiento curvilinear tienen de alejarse de los centros de su rotación: "movimiento rectilíneo"), y 3) la ley del "choque". De esta última, a su vez, Descartes nos proporciona siete "subespecializaciones", bajo la forma de "reglas del choque[5]", que constituyen el tratamiento más pormenorizado que realiza Descartes de situaciones empíricas (sistemas empíricos) particulares.

En relación con la primera de las reglas o leyes de la naturaleza (ley de "inercia"), puede ser formulada en dos versiones, una más general, que incluye la constancia del volumen (tamaño, figura), correspondiente a la enunciación que efectúa Descartes en *El mundo* (cap. VII), y otra más restringida, y que es la versión sobre la que se concentrará Descartes posteriormente, que se limita a la constancia de rapidez del movimiento (*Pr* 2 XXXVII).

Definición 6:

M(MCARCEM): x es una *mecánica cartesiana con constancia de estado o movimiento* $x \in$ **M(MCARCM)** si y sólo si

(1) x es una *mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCAR)**)

(2) si no hay cosas (*Mundo*) o choques (*Pr*) que lo alterarían, entonces para todo $c_i \in C$ y para toda $t_i \in T$:

(a) $v(c_i, t_i) = v(c_i, t_{i+n})$ & $q(c_i, t_i) = q(c_i, t_{i+n})$ (versión ampliada)

(b) $v(c_i, t_i) = v(c_i, t_{i+n})$ (versión restringida)

La segunda ley de la naturaleza (denominada en *El mundo* como *tercera regla*) es la ley de "rectilineareidad", que plantea la constancia, persistencia o perseverancia de la determinación y de la tendencia que los cuerpos en movimiento curvilinear tienen de alejarse en línea recta de los centros de su rotación (*Mundo*, cap. VII, y *Pr* 2 XXXIX).

Definición 7:

M(MCARCD): x es una *mecánica cartesiana con constancia de la determinación* $x \in$ **M(MCARCD)** si y sólo si

(1) x es una *mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCAR)**)

(2) si no hay nada que se interponga (si no hay otros cuerpos), para todo $c_i \in C$, en donde $v(c_i, t) \neq 0$, la distancia recorrida por c_i es en línea recta

En cuanto a la ley que se ocupa de los choques, Descartes la presenta en *El mundo* como sigue: "[...] regla segunda: cuando un cuerpo impele otro, no puede darle ningún movimiento si él no pierde simultáneamente igual cantidad del suyo" (*Mundo*, cap. VII), y en los *Principios de filosofía* del siguiente modo: "*Tercera ley: que un cuerpo, al chocar con otro más fuerte, no pierde nada de su movimiento; mas chocando con otro menos fuerte, pierde tanto cuanto trasmite al otro.* La tercera ley de la naturaleza es la siguiente: cuando un cuerpo en movimiento se encuentra con otro, si tiene menos fuerza para seguir en línea recta que el otro para resistirle, entonces se desvía hacia otra parte y, reteniendo su movimiento, sólo pierde la determinación de su movimiento; pero si tiene más, entonces mueve consigo al otro cuerpo y pierde tanto movimiento cuanto le da del suyo" (*Pr* 2 XL).

Definición 8:

M(MCARCH): x es una *mecánica cartesiana con choques* $x \in$ **M(MCARCH)** si y sólo si

(1) x es una *mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCAR)**)

(2) para todo $c_1, c_2 \in C$ & para todo $t_1, t_2 \in T$: $q(c_1) \cdot v(c_1, t_1) + q(c_2) \cdot v(c_2, t_1) = q(c_1) \cdot v(c_1, t_2) + q(c_2) \cdot v(c_2, t_2)$ (*Mundo*)

(2) para todo $c_1, c_2 \in C$ & para todo $t_1, t_2 \in T$ si $q(c_1) \cdot v(c_1, t_1) < q(c_2)$, entonces $v(c_1, t_2) = -v(c_1, t_1)$ & si $q(c_1) \cdot v(c_1, t_1) > q(c_2)$, entonces $q(c_1) \cdot v(c_1, t_1) + q(c_2) \cdot v(c_2, t_1) = q(c_1) \cdot v(c_1, t_2) + q(c_2) \cdot v(c_2, t_2)$ (*Pr*)

Las siguientes son "especializaciones terminales" de la mecánica cartesiana del choque que Descartes denomina "reglas del choque". Las tres primeras son variaciones del caso en que c_1 se mueve de izquierda a derecha y c_2 se mueve de derecha a izquierda.

Definición 9:

M(MCARCH-R1): x es la *Primera Regla del choque de la mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCARCH-R1)**) si y sólo si

(1) $x \in$ **M(MCARCH)**

(2) si $q(c_1) = q(c_2)$ & $v(c_1, t_1) = -v(c_2, t_1)$, entonces $-v(c_1, t_2) = v(c_2, t_2) = v(c_1, t_1) = -v(c_2, t_1)$

En donde después del choque c_1 y c_2 son reflejados en sentidos opuestos (*Pr* II 46).

Definición 10:

M(MCARCH-R2): x es la *Segunda Regla del choque de la mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCARCH-R2)**) si y sólo si

(1) $x \in$ **M(MCARCH)**

(2) si $q(c_1) > q(c_2)$ & $v(c_1, t_1) = -v(c_2, t_1)$, entonces $v(c_1, t_2) = v(c_2, t_2) = \dfrac{q(c_1) \cdot v(c_1, t_1) + q(c_2) \cdot v(c_2, t_1)}{q(c_1) + q(c_2)}$

En donde después del choque c_1 continúa su movimiento y c_2 es reflejado en el sentido opuesto al que traía, es decir, se mueve en el mismo sentido que c_1 (*Pr* II 47).

Definición 11:

M(MCARCH-R3): x es la *Tercera Regla del choque de la mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCARCH-R3)**) si y sólo si

(1) $x \in$ **M(MCARCH)**

(2) si $q(c_1) = q(c_2)$ & $v(c_1, t_1) > -v(c_2, t_1)$, entonces $v(c_1, t_2) = v(c_2, t_2) = \dfrac{v(c_1, t_1) + v(c_2, t_1)}{2}$

En donde después del choque c_1 continúa su movimiento y c_2 es reflejado en el sentido opuesto al que traía, e.e. continúa con el sentido de c_1, siendo la rapidez final igual a la suma de las iniciales dividido dos (*Pr* II 48).

Las tres siguientes reglas son variaciones del caso en donde c_2 está en reposo y c_1 choca contra él.

Definición 12:

M(MCARCH-R4): x es la *Cuarta Regla del choque de la mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCARCH-R4)**) si y sólo si

(1) $x \in$ **M(MCARCH)**

(2) si $q(c_1) < q(c_2)$ & $v(c_1, t_2) \neq v(c_2, t_2)$ & $v(c_2, t_1) = 0$, entonces $v(c_1, t_1) = -v(c_1, t_2)$

En donde c_2 permanece en reposo y c_1 rebota contra él, moviéndose en el sentido opuesto (*Pr* II 49).

Definición 13:

M(MCARCH-R5): x es la *Quinta Regla del choque de la mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCARCH-R5)**) si y sólo si

(1) $x \in$ **M(MCARCH)**

(2) si $q(c_1) > q(c_2)$ & $v(c_1, t_2) \neq v(c_2, t_2)$ & $v(c_2, t_1) = 0$, entonces $v(c_1, t_2) = v(c_2, t_2) = \dfrac{q(c_1) \cdot v(c_1, t_1)}{q(c_1) + q(c_2)}$

En donde c_1 y c_2 se mueven juntos en la dirección en que se movía c_1 antes del choque, con $v(c_1, t_2) = v(c_2, t_2) = [q(c_1) \cdot v\ (c_1, t_1)/q(c_1) + q(c_2)]$ (la fórmula es inferida del ejemplo dado en *Pr* II 50 usando el principio de conservación) (*Pr* II 50).

Definición 14:

M(MCARCH-R6): x es la *Sexta Regla del choque de la mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCARCH-R6)**) si y sólo si

(1) $x \in$ **M(MCARCH)**

(2) si $q(c_1) = q(c_2)$ & $v(c_2, t_1) = 0$, entonces $v(c_2, t_2) = \frac{1}{4}\, v(c_1, t_1)$ & $-v(c_1, t_2) = \frac{3}{4}\, v(c_1, t_1)$

En donde c_2 se mueve en el sentido en que se movía c_1 antes del choque y c_1 sería reflejado en el sentido opuesto (*Pr* II 51).

La siguiente regla descompone en tres posibilidades el caso en donde c_1 y c_2 se mueven en la misma dirección, con $v(c_1,t_1) > v(c_2,t_1)$.

Definición 15:

M(MCARCH-R7): x es la *Séptima Regla del choque de la mecánica cartesiana* ($x \in$ **M(MCARCH-R7)**) si y sólo si

(1) $x \in$ **M(MCARCH)**

(2) si $v(c_1, t_1) > v(c_2, t_1)$, entonces surgen tres posibilidades :

(2.a) si $q(c_1) < q(c_2)$ & $v(c_1, t_1)/v(c_2, t_1) > q(c_2)/q(c_1)$, entonces $v(c_1, t_2) = v(c_2, t_2) = \dfrac{q(c_1) \cdot v(c_1, t_1) + q(c_2) \cdot v(c_2, t_1)}{q(c_1) + q(c_2)}$

Si $q(c_1) < q(c_2)$ y el exceso de rapidez en c_1 es mayor que el exceso de tamaño en c_2, $v(c_1, t_1)/v(c_2, t_1) > q(c_2)/q(c_1)$, entonces después del choque c_1 transfiere a c_2, suficiente movimiento para que ambos sean capaces de moverse igualmente rápido y en el mismo sentido, i.e. $v(c_1, t_2) = v(c_2, t_2) = [q(c_1) \cdot v\ (c_1, t_1) + q(c_2) \cdot v\ (c_2, t_1)/q(c_1) + q(c_2)]$ (la fórmula es inferida del ejemplo dado en *Pr*

II 52 usando el principio de conservación; en la versión francesa, Descartes elimina la condición de que $q(c_1) < q(c_2)$) (*Pr* II 52).

(2.b) si $q(c_1) < q(c_2)$ & $v(c_1, t_1)/v(c_2, t_1) < q(c_2)/q(c_1)$, entonces $v(c_1,t_1) = -v(c_1, t_2)$ & $v(c_2, t_1) = v(c_2, t_2)$

Si $q(c_1) < q(c_2)$ y el exceso de rapidez en c_1 es menor que el exceso de tamaño en c_2, i.e. $v(c_1, t_1)/v(c_2, t_1) < q(c_2)/q(c_1)$, entonces después del choque c_1 es reflejado en el sentido opuesto, manteniendo todo su movimiento, y c_2 continúa moviéndose en el mismo sentido que antes, con $v(c_1, t_1) = -v(c_1, t_2)$ y $v(c_2, t_1) = v(c_2, t_2)$ (*Pr* II 52).

(2.c) si $q(c_1) < q(c_2)$ & $v(c_1, t_1)/v(c_2, t_1) = q(c_2)/q(c_1)$, entonces c_1 transfiere una parte de su movimiento al otro y rebota con el resto

Este caso sólo se encuentra en la edición francesa; Descartes no proporciona en el texto un ejemplo del cual se pueda inferir una fórmula, pero quizás significa que c_1 transferiría la mitad de su rapidez a c_2, de forma tal que, por el principio de conservación $-v(c_1, t_2) = v(c_1, t_1)/2$ y $v(c_2, t_2) = (3/2)v(c_2, t_1)$ (*Pr* II 52F).

3. La red teórica de la mecánica cartesiana

La estructura de la mecánica cartesiana puede representarse gráficamente como una red teórica, en donde los "nudos" están dados por los distintos elementos teóricos, y las "cuerdas" de la red, por las distintas relaciones de especialización, establecidas entre los distintos nudos de dicha red (Fig. 1).

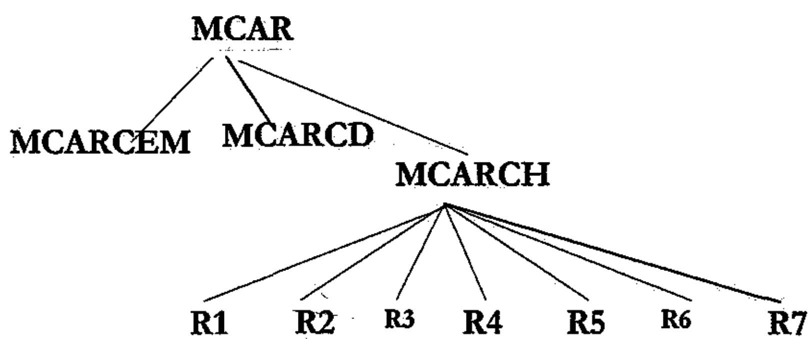

Fig. 1

Bibliografía

Balzer, W., Moulines, C.U. y J.D. Sneed (1987), *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht: Reidel.

Descartes, R. (1896-1913), *Oeuvres de Descartes*, publicadas por Adam, Ch. y P. Tannery, Paris: Vrin, 11 vols.

Díez, J.A. y P. Lorenzano (2002), "La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX", en Díez, J.A. y P. Lorenzano (eds.), *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*, Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes, pp. 13-78.