

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVI JORNADAS

VOLUMEN 12 (2006)

José Ahumada
Marzio Pantalone
Víctor Rodríguez
Editores



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



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



El cambio matemático durante la Revolución Francesa

*Raúl J. Carnota**

1- Introducción

“Aunque los enfoques interno y externo a la historia de la ciencia tienen una especie de autonomía natural, son, de hecho, intereses complementarios. Mientras no sean practicados como tales, apoyándose mutuamente, es poco probable que se entiendan aspectos importantes del desarrollo científico”, afirmaba Kuhn en (Kuhn, 1968) y esa aspiración está aun lejos de concretarse, como lo muestra un trabajo reciente de Eduard Glas (Glas, 2002) acerca de los cambios en las matemáticas durante el período de la Revolución Francesa (en adelante RF). En el mismo se concluye que parece adecuado el dar la primacía epistémica en la explicación de dichos cambios a los factores sociales. Los elementos que Glas toma en cuenta para sostener su posición son: la emergencia de una demanda social, un supuesto agotamiento de la escuela matemática vigente y, fundamentalmente, la propia transformación general de la sociedad promovida por la Revolución, y el rol dirigente que jugaron en la misma Lazare Carnot y Gaspard Monge, promotores del nuevo enfoque de la disciplina, que quedó plasmado en la fundación de l'École Polytechnique y en el surgimiento, asociado a la misma, de una nueva comunidad profesional, la de los ingenieros-matemáticos.

Para Glas, un ‘cambio revolucionario’ en matemáticas no se expresa en el abandono de viejas verdades sino en la puesta en foco de aquellos métodos y resultados que permiten generar soluciones adecuadas para lo que socialmente ha pasado a considerarse como ‘problemas interesantes’. Este sería el caso de la nueva escuela, producto de distintos intereses profesionales y de drásticas transformaciones de las condiciones sociales de trabajo de los matemáticos, la principal de las cuales fue el traslado de los ingenieros (militares), con sus tradiciones y puntos de vista- al centro del poder del Estado.

Este enfoque sociológico ignora, tanto el largo proceso de la maduración intelectual de la disciplina desde la emergencia de la geometría analítica (Piaget-García, 1982), sin el cual toda demanda social cae en el vacío (Kedrov, 1974, Mikulinsky, 1989), como la influencia cultural que tuvo la francmasonería y su promoción de la ingeniería (y de los ingenieros) en el compromiso de Carnot y Monge con la constitución de un nuevo enfoque y de una comunidad de ingenieros-matemáticos.

En la sección segunda se sintetizan las tesis de Glas y en la tres se presenta el contexto histórico. Las secciones cuatro y cinco esbozan algunas carencias del análisis. La sección seis fundamenta la crítica y la sección siete contiene las conclusiones.

2- Las tesis de Glas

En su artículo “Socially conditioned mathematical change: the case of the French Revolution”, Glas examina la emergencia de una “nueva concepción de la geometría”, focalizada en

* Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF). rcarnota@ciudad.com.ar
Epistemología e Historia de la Ciencia, Volumen 12 (2006)

“descubrir los principios generales de transformación de los sistemas geométricos, en lugar de deducir las propiedades de las figuras a partir de un conjunto de principios pre-establecidos”(Glas, 2002-pp.713). Esta nueva geometría sería una respuesta a la necesidad de encontrar los principios de diseño y construcción de las máquinas requeridas por las nuevas técnicas de producción industrial caracterizadas por depender de partes intercambiables. Para los protagonistas de este cambio, Lazare Carnot y Gaspar Monge, la tecnología industrial desarrollada hasta ese momento, a través de reglas heurísticas de origen empírico, requería urgentemente de formulaciones científicas más exactas.

Las obras clásicas de ambos son el texto de Carnot “*Essai sur les machines en general*” de 1783 y la “*Géométrie Descriptive*” de Monge, publicada en 1811, pero cuyas ideas ya estaban desarrolladas hacia 1775. El estilo de estas obras marca el inicio de la tradición de la ingeniería francesa en la ciencia de las máquinas, caracterizada por el uso de figuras geométricas, algo mal visto por los matemáticos académicos. Éste estilo se diferenciaba, tanto de la mecánica analítica formal y deductiva, como de los estudios puramente empíricos de los ingenieros contemporáneos.

De los cinco matemáticos franceses más influyentes de la época –Carnot, Lagrange, Laplace, Legendre y Monge– sólo Carnot y Monge (en adelante CyM) estuvieron involucrados activamente en la política revolucionaria y ambos habían comenzado a desarrollar su nuevo enfoque bien antes de la revolución, centrado en la *“investigación de la relación entre las partes constituyentes de un sistema geométrico y las modificaciones que sufren las mismas cuando cambian las posiciones relativas de elementos esenciales (puntos, líneas, ángulos)”* (Glas, 2002-pp.714), es decir, una visión de la geometría como una investigación de las transformaciones.

El trabajo de Glas pretende demostrar la siguiente Tesis Principal: (TP) *“El cambio (en las matemáticas) fue condicionado principalmente por procesos sociales y éstos (procesos) están reflejados en los desarrollos intelectuales de la disciplina”*(Glas, 2002-pp.709) y *“Los cambios conceptuales en las matemáticas... fueron, aparentemente, condicionados externamente por cambios en el ambiente social y político, no por movimientos internos en la organización conceptual de la disciplina”*(Glas, 2002-pp.711).

Complementariamente Glas sostiene las siguientes Tesis:

(T2) *“El reagrupamiento de los matemáticos y la reorganización social del campo son causas y no efectos de la nueva dirección en que se embarcan las matemáticas”* (Glas, 2002-pp.722).

(T3) *“La afirmación política más amplia de la RF era congruente con las ideas matemáticas de CyM, y, en verdad, éstas eran una manifestación de aquellas”*(Glas, 2002-pp.719).

(T4) *“Sin las exigencias militares de la RF [y el compromiso personal de CyM en ellas], la formación de la nueva comunidad [ingenieros-matemáticos] no habría tenido lugar”* (Glas, 2002-pp.721).

(T5) Los ideales de la RF y el rol dominante que jugaron CyM, lograron la preeminencia de la nueva tradición matemática. De otro modo *“los nuevos objetivos (resolución de*

problemas ingenieriles) y los nuevos métodos (geométricos) no se hubiesen podido sostener frente a la tradición principal de análisis matemático puro”(Glas, 2002-pp.719).

(T6) Dada la falta de atención que despertaron los trabajos previos de CyM, *“una adopción paulatina de la nueva matemática, tanto por los matemáticos como por los ingenieros hubiera sido extremadamente improbable bajo más ‘normales’ circunstancias”(Glas, 2002-pp.723).*

Para reforzar el rol que le asigna a los acontecimientos de la RF respecto a la producción de los cambios teóricos, Glas recurre a los siguientes argumentos.

A1-El Comité de Salud Pública (CSP) veía con buenos ojos a las “ciencias útiles” frente a las “abstractas”. En este contexto orientado a problemas de ingeniería, el programa (de investigación en Matemáticas) de CyM se mostró claramente superior a su rival analítico. Por su parte, Lagrange y Laplace no eran altamente estimados el CSP.

A2- L'École Polytechnique (de la cual Monge fue fundador y animador) actuó como trasmisora de los enfoques, aspiraciones, valores, compromisos ideológicos, etc. de sus fundadores y constituyó en “típica” la nueva forma de conceptualizar problemas. Se formó, de este modo, una nueva comunidad de ingenieros-matemáticos con las habilidades y profesionalidad adecuadas para desarrollarse en un medio competitivo meritocrático.

A3- Gracias a los textos de L'École, CyM, que antes de la RF no eran ni leídos ni apreciados como matemáticos, pasan a la primera fila y sus trabajos se convierten en populares.

A4- Se podría decir que CyM crearon su propia audiencia para validar su enfoque. Pero esta creación no surge de la nada. Es *“la elevación a un status científico de una práctica colectiva previa”(Glas, 2002-pp.723).* Sin la tradición previa en ingeniería civil y militar, que se intentaba mejorar, el nuevo enfoque hubiera carecido de sentido, pero, a la vez, sus ideas iban más allá de la comprensión de sus contemporáneos como para poder ser validadas en su momento.

A5- Las cualidades personales en lo intelectual, carácter y compromiso social de las dos figuras centrales son necesarias pero, para explicar la revolución matemática, es indispensable la contextualización de sus trabajos en la práctica colectiva y en el proceso social de crecimiento del status de los ingenieros contemporáneos.

3- El contexto histórico

El período de “exigencias militares” agudas para la RF se extiende desde mediados de 1792 hasta mediados de 1795, y, dentro del mismo, el lapso en que ejerció el poder ejecutivo “de facto” el CSP dura unos 14 meses.

En el campo científico la Convención disuelve las Academias y un sector de la ciencia francesa se involucra activamente en la movilización total y en la lucha política y pone sus conocimientos al servicio de la revolución. El prestigio social adquirido en esta etapa conduce a estos científicos a liderar, en la etapa que se abre, una nueva configuración de las instituciones científicas y, sobre todo educativas (D'Hombres&D'Hombres, 1989).

Es durante ese período, según Glas, en que *“el programa (matemático) de Carnot y Monge se mostró claramente superior a su rival analítico”.*

Cuál fue la actuación de CyM?

Carnot ingresa al CSP en agosto de 1793, en el peor momento militar para la RF. Es encargado de la Defensa, reorganizador de ejércitos y su éxito lo convierte en el “Organisateur de la Victoire”.

Monge en la retaguardia se encarga de la fabricación de armas y pólvora. Aporta un nuevo sistema de fabricación (basado en reemplazar hierro fundido por acero) y capacita en él a los obreros por el “método revolucionario” de enseñanza. Sus escritos de la época son “Avis aux ouvriers en fer sur la fabrication de l’acier” y “Description de l’art de fabriquer les canons”.

Su principal logro en el terreno de la renovación científica es la fundación de l’Ecole Polytechnique, por ley del 18/9/1794. Los cursos “revolucionarios” se inauguran el 12/1794 y los regulares en julio de 1795

Laplace y Lagrange actúan con un perfil más bajo en la Comisión de Pesos y Medidas, de la que son relevados a fines de 1794 a raíz de su oposición a la condena a Lavoisier. En ese momento ‘desaparecen de escena’ hasta 1795, cuando vuelven al primer plano en la selecta sección matemática del nuevo Instituto Nacional de las Ciencias y las Artes (reemplazo de la Academia). Laplace será el “grand patron” de la ciencia francesa bajo el Directorio y el Imperio.

La producción científica en el año y medio bajo análisis fue casi nula (D’Hombres&D’Hombres, 1989) y las actividades de CyM, si bien reflejan un compromiso de un sector de los científicos con la acción política y el cambio social, no representaron la puesta en práctica de un “nuevo programa” matemático, así como tampoco el perfil bajo de sus ‘rivales matemáticos’ significaron, ni su desaparición de escena (salvo unos meses), ni la decadencia de su escuela.

4- Francmasones e Ingenieros

Durante la época revolucionaria, fueron populares las ideas favorables a la generación de una ciencia “nueva”, orientada al bienestar común, activa en la transformación de la sociedad y accesible al ciudadano corriente, del cual eran modelos la “nueva” química y el “método revolucionario” de enseñanza. En este clima, que influye en la aceptación de la ‘nueva geometría’, diversos autores señalan la influencia de la francmasonería.

Boido en [Boido, 2002] afirma que

la masonería especulativa puso el énfasis en el culto al genérico ‘Gran Arquitecto del Universo’, pero a la vez concedió a la artesanía, las técnicas y las ‘artes útiles’ una valoración positiva que hasta ese entonces nunca habían ostentado...

y más adelante

La perspectiva trascendente de la francmasonería en materia tecnológica suscitó a lo largo del siglo XVIII la esperanza de que el desarrollo industrial y la educación en el ámbito de la ingeniería habría de conducir a la construcción de sociedades más libres, armónicas y democráticas... De este modo, a través de la francmasonería, los apóstoles de la religión de la tecnología traspasaron su proyecto práctico de redención a los ingenieros.

La profesionalización universal de la ingeniería se logra gracias a la creación de la École Polytechnique, cuyo proyecto fue elaborado por cuatro masones: Fourcroy, Berthollet, Hassenfratz y Monge.

La RF promovió estas creencias y a sus partidarios, pero ellas estaban "en el aire" de la época en Francia, Inglaterra y EEUU de América y sin duda influyeron en la determinación de "los problemas que se plantea el sujeto y, correlativamente, de la búsqueda de posibles que él es capaz de imaginar" (Piaget-García, 1982). O, como afirma Mikulinsky:

...Cada época crea su propia imagen del mundo donde se entrelazan nociones científicas, filosóficas, ideológicas, religiosas... que se va instalando con la fuerza de un prejuicio. ... Los logros de la ciencia se proyectan en ella y a su vez ella determina los rasgos de la ciencia de la época. ... La influencia de los factores económicos y sociales se transmiten principalmente a través de esta imagen como vínculo mediador... (Mikulinsky, 1989).

5- Elementos de la historia intelectual de la Geometría

En el libro "Psicogénesis e Historia de la Ciencia", se cita una "revolución metodológica" y un "cambio de concepción sobre la significación de la geometría... iniciado por Monge y 'tematizado' por Poncelet y Chasles" (Piaget-García, 1982).

La Geometría Analítica, se distingue de la "geometría antigua", según Poncelet, en:

que no se podría descubrir por esta vía ninguna propiedad de una curva sin que ésta hiciera descubrir al mismo tiempo propiedades similares o análogas en una infinidad de líneas. Hasta entonces no se habían estudiado sino propiedades particulares de algunas curvas, tomada una a una y siempre por medios diferentes que no establecían ninguna ligazón entre curvas distintas (Piaget-García, 1982).

Chasles, reflexionando sobre las causas de las ventajas que el álgebra aporta a la geometría, afirma:

¿no se percibe que debe una parte de sus ventajas a la facilidad de las transformaciones que se aplican a las expresiones que se introdujeron al comienzo?... ¿No es natural que se busque introducir en forma similar en la geometría pura transformaciones análogas realizadas directamente sobre las figuras propuestas y sobre sus propiedades? (Chasles, 1989).

La incorporación de los *sistemas de transformaciones* como método fundamental de la geometría se produce bajo la influencia de los métodos algebraicos, que ya habían demostrado su fecundidad en la Geometría Analítica.

La noción de transformación ya está en los griegos, pero, a la conciencia de su significación y alcance

...se llega luego de un proceso mas o menos prolongado a cuyo término la noción particular (que ya ha sido utilizada en numerosos casos de aplicación) se torna objeto de reflexión para constituirse en concepto. Este pasaje del uso o aplicación implícita, a la utilización conciente, a la conceptualización, constituye lo que hemos convenido en llamar tematización (Piaget-García, 1982).

La madurez intelectual alcanzada por la tradición analítica, que se preciaba de prescindir de figuras, fue la condición de posibilidad de la nueva geometría.

6- Discusión de las Tesis de Glas

En las tesis de Glas encontramos un aspecto que llamaremos "macrosocial", en este caso los acontecimientos socio-políticos de la RF y otro "microsocial", referido a las reorganizaciones y las constituciones de comunidades profesionales.

La Tesis Principal de Glas (TP) se refiere al condicionamiento de los cambios intelectuales por "procesos sociales". Los aspectos "macro" se reflejan en (T3) y (T5), mientras que los "micro" en (T2) y (T6). La tesis (T4) conecta los dos aspectos.

Dado que los nuevos contenidos intelectuales y las creencias y tradiciones propicias ya estaban desarrollados, sólo es entendible (T3) como que la RF "permitió que se expresen" los cambios y nos remite a (T5). La actuación política de CyM les concedió tal prestigio que les permitió influir en la reinstitucionalización de la ciencia y promover la formación de una nueva comunidad que validó y reprodujo el nuevo enfoque. Pero no hubo tal demostración de la superioridad del programa matemático de CyM (sección 3). Tampoco podemos hablar de "preeminencia de la nueva tradición", ya que la 'rival' analítica produce importantes resultados en el siglo siguiente. La "afirmación política más amplia de la RF" dio impulso a la nueva geometría, pero no explica su contenido intelectual.

En (T2) se coloca la reorganización comunitaria como causa de los cambios intelectuales. Pero, en la "cuna" de nueva comunidad, l'École, se estudia la geometría descriptiva por el texto de Monge.

Dado que tanto las matemáticas (gracias a la geometría descriptiva de Monge) como los conceptos químicos nuevos eran considerados simples por naturaleza, la fe revolucionaria alcanzaría para posibilitar a los espíritus positivos el aprendizaje y comprensión de las diversas técnicas requeridas para el arte del ingeniero (*D'Hombres&D'Hombres, 1989*)

Los desarrollos intelectuales previos¹ más el rol político de los matemáticos "innovadores", son la "matriz directa" de la formación de la nueva comunidad a través de la educación de los flamantes ingenieros-matemáticos. Esta institucionalización le dió status social y realimentó su desarrollo intelectual. Glas reconoce que ese desarrollo no "salió de la nada", pero sólo menciona las personalidades de CyM, sus intereses previos, la existencia de una antigua comunidad de ingenieros sin "status científico" y las demandas de una tecnología industrial nueva, e insiste en explicar la "nueva matemática" por la formación de una comunidad de ingenieros-científicos. Nos queda interpretar (T2) en el sentido de que los cambios científicos sólo existen en la medida en que son adoptados/validados por las prácticas de una comunidad.

Glas sostiene en (T6) que *"si la RF no se hubiera desarrollado como lo hizo, el nuevo enfoque no podría haberse implantado ya que no hubiera podido ser absorbido 'de a poco' ni por los matemáticos, ni por los ingenieros"*. Es difícil probar (o refutar) un argumento de este tipo, pero vimos en la sección 4 que, ya antes de la RF, las ideas de la francmasonería promovían fuertemente un nuevo estilo de ciencia 'útil'

En cuanto a (T4), para Boyer (Boyer1968), las posiciones políticas alcanzadas por Monge

y otros científicos permitieron fundar l'École que de otro modo, imagina, no hubiera existido. Afirma también que, gracias a l'École, la geometría pura o "sintética" tuvo un "renacimiento glorioso", iniciado por Monge y seguido por sus discípulos que retoman y dan vitalidad a la obra de Fermat y Descartes. Si identificamos el surgimiento de la nueva comunidad con la Polytechnique, Boyer refuerza la (T4) y la (T6), aunque no derrota las objeciones a ésta última. Sin embargo para probar la (TP) Glas necesita acoplar la (T4) con la (T2), es decir, otorgar a la emergencia de la nueva comunidad un rol causal en la constitución de los contenidos intelectuales del programa geométrico.

7- Conclusiones

Mikulinsky criticó un externalismo simplista que "...trató de deducir la explicación del desarrollo de la ciencia directamente de las condiciones sociales y económicas" (Mikulinsky, 1989) ya que, para él, las características "externas" relevantes para la ciencia son las que, a través de una interacción entre esferas materiales y espirituales sutil, compleja, con niveles y mediadores múltiples, se convierten en factores "internos".

Que la demanda social por sí sola no es suficiente, lo demuestra el caso de la síntesis del añil durante las guerras napoleónicas. Francia se encontraba aislada del mercado indio y la industria francesa experimentaba una aguda necesidad de añil. Napoleón planteó a los químicos franceses la tarea de preparar su sucedáneo sintético, inspirado en la producción de sosa artificial. Sin embargo, mostrando como la actividad cognoscitiva intelectual tiene sus propias leyes de desarrollo, ese objetivo no pudo cumplirse hasta 70 años después.

Para R.García *"hay al menos dos componentes en el campo de la relación de la sociedad con la ciencia. Un componente tiene que ver con la sociedad misma, su evolución y sus características. Ciertas sociedades, en ciertos momentos históricos, dependiendo de las estructuras sociales y de los factores económicos y políticos, desarrollan un cierto tipo de ciencia, en el sentido de proveen una direccionalidad de la investigación científica. Llamamos a éste el componente sociológico. Es el que tiene que ver con la sociología de la ciencia. Existe, sin embargo, otro componente: el modo en que el real contenido de la ciencia es desarrollado va en conjunto, en general, con una cierta concepción del mundo que tiene directa influencia en el modo en que se desarrollan los conceptos y se delinean las teorías. Llamo a esto sociogénesis de la ciencia. La mayoría de los que invocan a la sociedad en orden a entender el desarrollo de la ciencia, sólo hacen referencia al primer componente"* (García, 1987-pp.129).

Glas parece ignorar, no sólo la emergencia de la nueva geometría a partir de los procesos de maduración intelectual propios, presentes en la historia de la disciplina, sino también esas formas sutiles y mediadas por las cuales las cosmovisiones se introducen en la trama intelectual. Cuando Glas reconoce que "las cualidades personales en lo intelectual, carácter y compromiso social" de CyM fueron "un componente esencial", este reconocimiento yuxtapone (sin integrar) un componente de explicación "internalista" a los elementos "externalista"². Cuando Glas señala que la emergencia de las nuevas ideas se apoyó en la "práctica colectiva de los ingenieros contemporáneos" previa a la revolución, no explica el porqué de los esfuerzos

de CyM por la promoción del status de la ingeniería y de los ingenieros y por el surgimiento de la nueva comunidad profesional.

En síntesis, Glas presenta interesantes tesis sociológicas acerca del rápido impacto alcanzado por la nueva escuela de matemáticas gracias a las circunstancias de la RF. Sin embargo dichas tesis son insuficientes para explicar todas las dimensiones de dicho fenómeno y, en particular, su componente intelectual.

Notas

¹ Existen informes de Monge a la Academia de Ciencias previos a 1789, con sus principales resultados que luego se reflejan en el texto de estudio de l'École. Carnot escribió su "Essai sur. " antes de 1789 y ya había desarrollado sus aportes a la geometría antes de su vertiginosa carrera política.

² Mikulinsky afirma que el externalismo queda en una posición similar al internalismo ya que "las condiciones sociales e históricas aparecen como puramente externas con respecto de la ciencia" y se hace "imposible identificar su influencia en los contenidos internos de ésta" [Mikulinsky, 1989]

Bibliografía

Barnes, Bloor & Henry.1996. Scientific Knowledge: A Sociological Analysis. The University of Chicago Press.

Bloor, David.1991. Conocimiento e Imaginario Social. Gedisa.

Boido, Guillermo.2002. Francmasonería y trascendencia tecnológica en el Siglo XVIII. XIII Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia. La Falda.

Boyer Carl.1968. A History of Mathematics. John Wiley and Sons Inc.

Chasles,1989. Aperçu historique des méthodes en géométrie. (Original 1837) J Gabbay Paris.

D'Hombres J. et D'Hombres N.,1989. Naissance d'un nouveau pouvoir: science et savants en France, 1793-1824. Payot. Paris.

Furet F. et Richet D.,1973. La Révolution Francaise. Marabout. Paris.

García, Rolando,1987. Sociology of Science and Sociogenesis of Knowledge. En Piaget Today Londres

Glas Eduard.2002. Socially conditioned mathematical change: the case of the French Revolution. Studies in History and Philosophy of Science 33

Guedj, Denis.2003. El metro del mundo. Anagrama.

Kedrov, Bonifati.1974. Sobre las leyes del desarrollo de la ciencia.Revista Ciencias Sociales 3/1974. Academia de Ciencias de la URSS

Kuhn, T.S.,1968. La Historia de la Ciencia, 1968. La Tensión Esencial, Fondo de Cultura Económica.

Laudan, Larry.1986. El progreso y sus problemas. Eds. Encuentro. Madrid.

Michelet, Jules.1976. Histoire de la Révolution Francaise. (Original 1847/1853). Gallimard Paris.

Mikulinsky S.R.,1989. La controversia internalismo-externalismo como falso problema. Introducción a la Teoría de la Historia de las Ciencias (J.J.Saldaña ed.) UNAM, México.

Piaget, J. y García, R.,1982. Psicogénesis e Historia de la Ciencia. Siglo XXI Editores.