

La Revolución Científica en el Sistema Educativo Argentino

Jorge N. Cornejo

Gabinete de Desarrollo de Metodologías de la Enseñanza
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Argentina
jcornej@fi.uba.ar

En el presente trabajo se analiza cómo los hechos relativos a la Revolución Científica han sido presentados a lo largo de la historia del sistema educativo argentino. Para ello estudiamos la forma en que los textos de nivel medio presentan las figuras de Copérnico, Kepler y Galileo. Se observa cómo la polémica galileana continuaba presente en los textos de autores religiosos publicados a principios del siglo XX. Analizamos las “historias para trabajar” y su papel iniciático dentro de la comunidad científica. Por último, se plantean algunas implicaciones de este estudio para la enseñanza de la ciencia.

Palabras clave: revolución científica, sistema educativo argentino, sistema solar, Copérnico, Galileo.

In this work we analyze how the facts related to the Scientific Revolution have been presented along the history of the Argentinean Educational System. We study the form in which the texts of secondary level present the figures of Copernico, Kepler and Galileo. We observe how the galilean polemic is present in the texts of religious authors published at the beginning of the XX century. We analyze the “histories to work” and their rol in the scientific community. Finally, we present some implications of this study for science teaching.

Keywords: scientific revolution, Argentinean educational system, solar system, Copernicus, Galileo.

Introducción

La enseñanza de cualquier Ciencia es infecunda si no tiene carácter evolutivo, siguiendo las líneas generales de su desarrollo histórico.
J.Rey Pastor, *Cosmografía* (1934)

Podemos considerar que la denominada “Revolución Científica” se extendió entre la publicación de la única obra de Nicolás Copérnico (*De revolutionibus orbium caelestium*, Sobre la revolución de las esferas celestes), en 1543, y la del libro culminante de Isaac Newton (*Philosophiae naturalis principia mathematica*, Principios matemáticos de filosofía natural), en 1687. Por otra parte, el sistema educativo argentino se organizó alrededor de 1880.

La amplísima brecha temporal existente entre ambos eventos parecería desmentir el título del presente trabajo. ¿Qué ecos de la Revo-

lución Científica podríamos encontrar doscientos años después de su finalización, en un país geográficamente tan alejado de los centros europeos en que la misma tuvo su origen? ¿Acaso la discusión geocentrismo-heliocentrismo no había terminado hacía ya mucho tiempo? ¿Acaso la polémica galileana no se encontraba ya cerrada?

La respuesta a estas preguntas es que las discusiones y los conflictos centralizados en la relación entre la ciencia y la religión, que caracterizaron el surgimiento y desarrollo de la Revolución Científica, no sólo se encontraban vigentes en la República Argentina en el momento en que ésta organizó su sistema educativo, sino que se prolongaron hasta mediados del siglo XX.

Tales supuestos surgen de un trabajo de investigación realizado en el marco de los estudios sobre Historia de la Enseñanza de la Ciencia en Argentina realizados por el grupo

homónimo (HECENA) en el Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC) de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires.

Este trabajo consistió en el estudio de la enseñanza de la Cosmografía y la Astronomía en la Escuela Media Argentina, desde 1880 hasta el presente, e implicó el relevamiento de 83 textos empleados en el dictado de estas disciplinas. De estos textos, 40 pertenecen a Cosmografía, 30 a Geografía, 7 a Astronomía Elemental, 1 a Matemática y 1 a Física, mientras que los 4 restantes son Manuales de Ciencias Naturales. Se analizaron, además, 16 textos de Cosmografía empleados en América Latina y/o España. El detalle completo de estos libros puede consultarse en Gvirtz et al (2000).

Este estudio nos permitió detectar la presencia de numerosas expresiones que reproducen casi puntualmente las discusiones que acompañaron el surgimiento y desarrollo de la Revolución Científica. Por supuesto, y a diferencia de lo que ocurrió (y ocurre) con las teorías de la evolución, la discusión no se centró en la validez de la teoría copernicana o de la cosmología mecanicista en sí, sino en el papel que le cupo históricamente a la Iglesia Católica en la conformación de las mismas¹. Por lo tanto, las polémicas habrán de encontrarse no en los contenidos específicos de las materias, sino en las narraciones que los textos realizan acerca de la historia de la ciencia.

El presente trabajo recoge y discute aquellos párrafos que en los libros se refieren definitivamente a los acontecimientos fundamentales de la Revolución Científica. Hemos otorgado especial atención a la valoración que sobre el caso Galileo y sus episodios relacionados se realiza en los mismos.

El significado de estas polémicas en términos curriculares y de las circunstancias políticas vinculadas a la educación argentina ha sido analizado por Cornejo y Gvirtz (1999). Por ello, y con el propósito de estudiar la evolución histórica interna de los textos, en lugar de realizar una periodización temporal, hemos escogido agrupar los mismos según sus características fundamentales. Así, en primer lugar nos ocuparemos de los libros de corte religioso que se utilizaron en estas materias a lo lar-

go de la evolución del Sistema Educativo Argentino, luego haremos lo propio con los textos de naturaleza laica y a continuación realizaremos una breve referencia a los textos actuales. Finalmente, presentaremos algunas conclusiones y las implicaciones para la enseñanza de la ciencia que se desprenden de este estudio.

Los textos religiosos

Yo he encontrado a Dios por doquiera, pero en ninguna parte con mayor claridad que en el estudio de los arcanos de la bóveda celeste.

Eduardo Heis, astrónomo alemán citado por E.Brugier en *Elementos de Cosmografía* (1920)

Puede afirmarse que, durante la colonia, en la Argentina no existía ciencia en sentido estricto. Aquello que se asemejaba a una especie de saber colonial era un subproducto, fundamentalmente, de la acción de las órdenes religiosas. Si bien fue la evangelización la que absorbió el mayor esfuerzo de estas órdenes, también la docencia y la labor científica se encontraron entre sus actividades principales.

En el conjunto de la ciencia en general, y de la astronomía en particular, fueron los jesuitas quienes efectuaron las contribuciones más importantes, por ejemplo, las observaciones celestes de Buenaventura Suárez, realizadas primero con instrumentos fabricados por él mismo y luego con aparatos traídos de Europa.

La actividad astronómica fue una constante dentro de la Orden Jesuítica, por ello, no debe extrañarnos que los primeros libros de texto de Cosmografía para la Escuela Media empleados en la Argentina se deban a la pluma de autores pertenecientes a esta cofradía.

Los textos religiosos fueron característicos del período 1880-1900, decayendo considerablemente en épocas posteriores. Cabe destacar que, si bien durante el período de 1850-1890 el pensamiento científico comienza a desarrollarse y consolidarse en la Argentina junto con el surgimiento de las universidades y los primeros observatorios astronómicos, hacia la década del noventa y hasta principios del siglo XX, a raíz de la gran ola inmigratoria, la en-

señanza de la ciencia queda prácticamente olvidada, otorgándose el mayor interés al desarrollo técnico. Es en este contexto de decaimiento de la actividad y del pensamiento científico en nuestro país en el que deben situarse los primeros textos religiosos.

El “paradigma” de estos libros fue *Elementos de Cosmografía* del sacerdote jesuita E. Brugier, del que hemos hallado la primera edición en castellano, fechada en 1896, traducción de un texto impreso originalmente en Alemania por B. Herder, “Librero-Editor Pontificio”. La obra de Brugier (1920) gozó de cierta fama, recibió el *imprimatur* oficial del Ministerio de Instrucción Pública de la Argentina y del Consejo Superior de Instrucción de Chile, fue citada como referencia en varias obras² y tuvo, al menos, siete reediciones efectuadas por la Editorial Estrada (la séptima es de 1933).

Brugier dedicó varias páginas a la historia de la astronomía. La posición adoptada frente a la misma es similar a la de la Orden Jesuítica en los siglos XVI y XVII, pudiendo calificarse como ambigua hacia Copérnico y decididamente crítica hacia Galileo. En efecto, en la página 87 leemos que:

“Copérnico tiene la gloria de haber sido el primero en formular el verdadero sistema del movimiento planetario”, para agregar inmediatamente que: “Es verdad que por entonces éste adolecía de defectos y no resolvía ciertas dificultades, por lo cual era considerado como una hipótesis. Varios sabios, y aún astrónomos, combatieron el nuevo sistema, entre ellos el célebre Tycho Brahe, en 1587; en cuanto al movimiento de traslación de la Tierra, decían que en esta suposición debía observarse algún cambio aparente en la posición relativa de las estrellas, lo que no se verificaba. Por entonces, los partidarios de Copérnico no pudieron resolver la dificultad ni otras análogas, que solamente más tarde se deshicieron”.

Y refiriéndose a Galileo, en las páginas 87 y 88 se dice que:

“Galileo, de Pisa... descubrió además cuatro satélites de Júpiter y su movimiento en torno de éste: pero debe observarse que, si bien los hechos mencionados prueban que no todos los astros describen órbitas en torno de la

Tierra, no dan, sin embargo, un argumento decisivo en favor del nuevo sistema³. Efectivamente, estos hechos podían explicarse con la hipótesis de Tycho Brahe, según la cual... Otras pruebas que daba Galileo en sus célebres Diálogos, eran mal interpretados textos de las Sagradas Escrituras, llevándose así la cuestión al terreno de la teología, por culpa de Galileo, que tenía marcada afición a discusiones y sutilezas teológicas. Con razón dice un historiador que Galileo fue condenado no por buen astrónomo sino por mal teólogo...” [el resaltado es del autor].

A continuación, agrega que la Iglesia realmente apoyaba a Copérnico y que, cien años antes de Galileo, el astrónomo alemán Widmanstadt dio una conferencia en el Vaticano proponiendo la hipótesis heliocéntrica, la cual habría sido bien recibida.

La postura de Brugier es muy interesante, porque presenta numerosos elementos que se reiteran en obras posteriores y algunos que parecen reproducir literalmente las afirmaciones de los actores involucrados en el caso Galileo. Veamos las más importantes:

a) *La valoración de la figura de Copérnico*: los textos religiosos intentan salvar la figura de Copérnico, presentándolo como un hombre de la Iglesia cuyas intenciones estaban muy lejos de lo que después ocurrió con el caso Galileo. Y en efecto, la historia narra que Copérnico fue durante toda su vida un hijo dilecto de la Iglesia Católica (Boido, 1996). Educado por un obispo, después de completados sus estudios en las universidades de Cracovia, Bolonia, Padua y Ferrara, fue médico y canónigo (administrador) de la catedral de Frauenberg hasta el final de sus días. Sin embargo, algunos textos religiosos llevan el catolicismo de Copérnico hasta la exageración. Por ejemplo, existe un texto titulado *Elementos de Cosmografía*, cuyo autor se oculta bajo las iniciales F.T.D. (F.T.D., s/f, p. 6), en el que leemos:

...esta teoría pasó a la historia con el nombre de Sistema de Ptolomeo, y fue universalmente abrazada hasta el siglo XVI, en que el sabio canónigo de la Iglesia Católica, Copérnico..., puso al Sol como centro de nuestro sistema planetario... Los grandes astrónomos y sabios que lo siguieron, no hicieron otra co-

sa que confirmar la teoría del célebre sacerdote que dió su nombre al sistema⁴ [el resaltado es del autor].

Aparentemente, la idea fue contraponer la figura de Copérnico, el piadoso hijo de la Iglesia, a la de Galileo, el hereje soberbio y errado teólogo.

b) *El carácter hipotético del sistema copernicano*: el párrafo citado afirma confusamente que, como el sistema copernicano no podía salvar una serie de anomalías (se menciona elípticamente el problema del paralaje), entonces era “considerado como una hipótesis”. Aquí podemos percibir ecos del prólogo de Osiander y de las propuestas instrumentalistas del cardenal Bellarmino. Del texto no puede deducirse quién o quiénes efectivamente consideraban el sistema heliocéntrico sólo como un instrumento de cálculo, pero parece insinuarse que esa era la postura de Copérnico. Sin embargo, como sabemos, Copérnico fue verdaderamente un realista, como lo atestigua el hecho de haber elaborado una cosmología como parte fundamental de su sistema.

c) *La crítica hacia Galileo*: resulta claro que de los diversos personajes mencionados -Copérnico, Kepler, Galileo- es éste último el que lleva la peor parte. En realidad, el texto sólo reproduce la postura oficial de la Iglesia Católica en ese momento. Así, en el artículo “Astronomía”, de la Enciclopedia Católica, en su edición de 1913, se habla de las “especulaciones salvajes” de Giordano Bruno (1550-1600) y las “propuestas imprudentes” de Galileo.

La crítica hacia Galileo fue una constante en los libros de texto de origen religioso. Esta crítica asumió en oportunidades carácter explícito, como en el libro de Brugier, o formas más sutiles, como la cita de F.T.D. (s/f), ya mencionada. Si la repasamos, veremos cómo la misma constituye una implícita desvalorización de la obra del físico, que ni siquiera se menciona.

El texto de Tirelli

En 1897 se publicó un texto muy interesante, que constituye, hasta donde sabemos, el primer tratado sobre la materia escrito por un autor argentino. Se trata de los *Elementos de Cosmografía*, de U. Tirelli. En el mismo, el au-

tor declara explícitamente que no debe reconocérsele mérito alguno por su trabajo, pues éste no ha sido la redacción de un texto original, sino la consulta y traducción de una serie de obras escritas por autores ilustres: F. Arágo, P. Secchi, C. Flammarion, B. M. La Leta, J. Pichot, A. Guillemin, S. Ferrari y P. Denza⁵. Tras esta declaración, continúa con un inflamado elogio de la astronomía (p. s/n):

“Si en el conjunto de todas las ciencias, hay algún objeto más particularmente digno de nuestro estudio que todos los demás, indudablemente es el que nos ocupa en este libro, que no es otro que el estudio integral del Universo. La síntesis astronómica lo abraza todo: fuera de ella no existe nada, y al lado de ella está el error. ¿Dónde estamos nosotros? ¿Sobre qué marchamos? ¿En qué sitio vivimos? ¿Qué es la Tierra? ¿Qué puesto ocupa en el infinito? ¿De dónde venimos y adónde vamos? ¿Quién podría respondernos, si la Astronomía callara?”

Tal alabanza podría hacernos intuir un libro de naturaleza estrictamente científica, sin embargo, la orientación del texto era marcadamente religiosa. Afirma, por ejemplo, que no existe contradicción entre los siete días de la Creación que figuran en el Génesis (Antiguo Testamento) y los larguísimos intervalos de tiempo que postula la ciencia, pues, según el autor, la palabra bíblica “día” significa en realidad “un período de muchos siglos”. Del mismo modo, alude al origen del Universo a partir de un Caos primitivo, y afirma que (p. 61):

“...todo el Universo surgió de una materia original, idea verdaderamente grandiosa, contenida en los dos primeros versículos del Génesis, como los interpretaron San Agustín y San Gregorio Niseno, hoy admitida por todos los astrónomos”.

Por otra parte, hace un comentario sumamente curioso, extraído, según Tirelli (1897), de un autor francés de apellido Cagnoli (p. 11):

“Sistema que, como hoy creemos, no debe atribuirse a Copérnico ni a Galileo, pero sí al filósofo Iceta ó Niceta de Siracusa quien, según lo refiere M. T. Cicerón, lo ideó y describió con mucha exactitud científica siglos antes de la era vulgar”⁶.

Aquí, entonces, la crítica abarca elípticamente tanto a Galileo como a Copérnico y se

retrotrae la antigüedad del sistema heliocéntrico a la época de Arquímedes. En este sentido, el texto de Tirelli es un caso excepcional.

La desaparición de los textos religiosos

Los textos precedentes son sólo ejemplos del tipo de libros religiosos de *Cosmografía* que caracterizaron esta época. También podríamos mencionar la presencia de ideas próximas al concepto religioso en textos de origen laico. Por ejemplo, el libro de Smith (1879), de inclinación deísta, manifiesta una concepción decididamente finalista. En la página 35, podemos leer que:

“¿Si la luna no es un cuerpo habitable, para qué fue creada?” [el resaltado es del autor], de donde se desprende la creencia tácita en una razón teleológica para la existencia del Universo.

Ahora bien, junto a estas obras de inclinación religiosa, a fines del siglo XIX ingresaron en la Argentina numerosos textos escritos en francés, o traducidos del francés al español. El contraste entre estos libros y los mencionados previamente es notable. El concepto de un Dios Creador desapareció de sus páginas, mientras que Copérnico y Galileo retomaron su figura de héroes científicos. Estos textos poseían un nivel científico importante, acorde a la jerarquía de sus autores, que fueron en su mayoría reconocidos astrónomos. Sin embargo, presentaron una notable dificultad, que en realidad los tornó casi inviables para la enseñanza de la *Cosmografía* en la Argentina: referían todas sus descripciones al Hemisferio Norte. Este hecho resultó determinante en el surgimiento de la producción nacional en la materia⁷.

Aproximadamente a partir de 1910, los textos religiosos prácticamente desaparecen de la enseñanza de la *Cosmografía* en la escuela secundaria. Sólo podemos mencionar, junto a las reediciones de Brugier, el texto del también sacerdote jesuita Puig (1941). La invocación que figura en su primera página: “*Los cielos cantan la gloria de Dios*”, parece un llamado nostálgico hacia tiempos que ya no habrían de repetirse.

Los textos laicos

La ciencia moderna es hija de la Astronomía, y ha descendido del Cielo a la Tierra a lo largo del plano inclinado de Galileo

H. Bergson, citado por J. Rey Pastor en *Cosmografía* (1934)

Con respecto a las historias de la ciencia que figuran en los textos, Boido (1993) afirma que:

“*Las historias whig⁸ transmitidas por las comunidades científicas, a través de textos y enseñanzas profesionales, han recibido particular atención por su carácter ideológico. C. S. Fisher las ha llamado ‘historias para trabajar’. Se trata de marcos referenciales en relación con los cuales se legitima la actividad científica, por invocación al prestigio de figuras e instituciones patriarcales, y que guían la tarea del investigador que trabaja en los períodos de ‘ciencia normal’. El carácter mítico, ejemplar, de estas historias, es evidente, y parte de él se transfiere a la educación general y a la divulgación científica*” [el resaltado es del autor].

En este trabajo nos interesa particularmente la afirmación que hemos resaltado en la cita anterior. Tratándose de textos destinados a la enseñanza media, naturalmente los mismos no están dedicados necesariamente a profesionales (o futuros profesionales) de la ciencia. Sin embargo, estas “historias ejemplares” fueron características de los textos de *Cosmografía* o *Astronomía* debidos a la pluma de autores laicos. Con la casi desaparición de libros escritos por religiosos, las obras “laicas” dominaron el panorama de estas asignaturas desde 1910 en adelante. En concordancia con los programas oficiales, las mismas dedicaban siempre algunas páginas a la narración de la historia de la astronomía y, en particular, a los hechos fundamentales vinculados con la Revolución Científica. A continuación, entonces, veremos varios ejemplos que ilustran la abundancia de estas historias, que contrastan en gran medida con los textos estudiados en el apartado anterior.

Textos y programas

En primer lugar, debemos aclarar que no

siempre los libros escolares transmitieron la misma ideología que los planes y programas oficiales de las asignaturas. Por ejemplo, en los programas del Profesorado de 1903, dependiente de las Escuelas Normales, en la sección “Ciencias”, se incluye, en el 7º año, la materia “Cosmografía”, y se dice:

“En el estudio de la Cosmografía, además de enseñar la forma, posición y movimientos propios y aparentes de los astros que pueblan el Universo, así como de los principales fenómenos del Cielo, se exige el conocimiento elemental de las principales teorías cosmogónicas, que sirven de síntesis de los conocimientos adquiridos y que, elevando el espíritu, nos acercan a la incógnita causa prima”.

Esta última declaración, de índole indiscutiblemente religiosa, contrasta con el texto para las Escuelas Normales de Maestras de Isaurralde y Maradona (1910). Este libro, lleno de citas de Augusto Comte en contra de las opiniones teológicas, adhiere explícitamente al positivismo, como podemos ver en los siguientes fragmentos (p. XVI de la Introducción):

“Es así como la Astrología conviértese en Astronomía y el fenómeno voluntario o querido del Dios de las alturas, en hecho, simple producto de una ley relativa que se cumple”... “Da al hombre la justa medida de su significación en la Naturaleza, evitando el funesto delirio antropista de la grandeza”.

Y refiriéndose al descubrimiento de Neptuno (p. 161): *“es uno de los más bellos triunfos de la ciencia precisa y profunda de los sabios modernos”.*

El texto está ilustrado con varios cuadros, algunos referidos a la “Evolución de la Idea del Cielo”, en la que distingue tres estadios, correspondientes al concepto positivista de Comte:

a) el Estadio Teológico (en sus fases Greco-Egipcia y Cristiana),

b) el Estadio Metafísico, que identifica con la “doctrina de los torbellinos del siglo XVIII” y,

c) el Estadio Positivo (correspondiente al sistema copernicano, de donde la sucesión de los estadios no sigue el orden temporal verdadero), considerado el final y más elevado de todos.

Vemos, por lo tanto, que, en la primera dé-

cada del siglo XX, los planes y programas de estas materias en las Escuelas Normales discurren por una vertiente teológica, mientras que, al menos este texto, lo hace por una vertiente positivista, y no existe coherencia o correlación entre ambas.

En lo que sigue, excepto que se indique explícitamente lo contrario, nuestro análisis se limitará al contenido de los textos y manuales de estas asignaturas.

El heroísmo científico

Citemos parte del prólogo del libro de Reyes Thévent (1935, pp. 7-8), publicado en Uruguay:

“Históricamente, la Astronomía fue el ariete que asestó el golpe de muerte a toda la filosofía medieval, y cambió, en algo más de un siglo de dilatadas expectativas y esperanzas, toda la estructura física y metafísica del mundo de las cosas y de las ideas...A las viejas ideas cosmológicas, procedentes de la Física de Aristóteles y de la Astronomía de Ptolomeo, entremezcladas con tradiciones bíblicas, el espíritu libre y valeroso de Copérnico opuso una nueva y atrevida concepción racionalista del Sistema del Mundo, que arrasó bien pronto con las doctrinas y creencias dominantes en su tiempo. Las alternativas de aquella lucha dramática entre los actores del movimiento liberador -liberador de la ciencia y de las conciencias- y la reacción que culminó con la condenación de Galileo y la proscripción de las teorías copernicanas, son más edificantes, por su contenido espiritual y moral, para la formación del carácter de la juventud, que todas las historias protervas sobre guerras sangrientas, traiciones oscuras y amores bastardos, que todavía circulan infortunadamente en los antiguos textos de enseñanza de nuestros Liceos.”

Aquí, los hechos relativos a la Revolución Científica se presentan no sólo en la forma de una narración histórica, sino como una ejemplificación moral. Copérnico, Galileo, etc., no son sólo hombres de ciencia, sino ejemplos de ética, cuya imitación constituye una noble misión para la juventud. Aún cuando en este libro no se mencionen explícitamente ideales del Positivismo o del Iluminismo, se despren-

de del prólogo la adhesión a los mismos. Podemos pensar, entonces, que la transferencia de las “historias para trabajar”, de los textos académicos a la educación en general se debe a que las mismas, independientemente de su valor iniciático para la comunidad científica, pueden ser utilizadas para transmitir y legitimar una cierta visión del mundo que desborda los límites estrictos de la ciencia y se derrama sobre posturas ideológicas de índole ética y política.

I. Copérnico

Finalmente, llegó el gran Copérnico.
Ricaldoni (1914)

En estas historias heroicas vemos que los héroes científicos son, ante todo, los héroes de la razón iluminada en lucha contra el obscurantismo religioso. Por ejemplo, Ricaldoni (1914, p. 379) dice, refiriéndose a Copérnico:

“Como era natural, los partidarios del Sistema de Ptolomeo combatieron el de Copérnico, pero seguro de que la razón triunfaría, no rebatió los argumentos de sus enemigos”.

Copérnico se presenta generalmente como un luchador que consigue imponer la sabiduría antigua, perdida tras el avance del cristianismo:

“La Escuela Pitagórica consideraba el Sol como una de tantas estrellas, cada una de las cuales es centro de un sistema planetario; admitía la pluralidad de mundos habitados y los dos movimientos de la Tierra: de rotación sobre sí misma y alrededor del Sol; ideas avanzadas no admitidas entonces, y que Copérnico hizo triunfar siglos más tarde” ... “En todas las ciencias se efectúa una renovación durante el Renacimiento, y en la Astronomía es debida a Copérnico y a Galileo; el primero, que adoptando las ideas pitagóricas, establece el sistema heliocéntrico, que explica mucho más sencillamente que el de Ptolomeo los movimientos de los planetas; el segundo, que hace triunfar las nuevas ideas y las completa con sus descubrimientos”, Rey Pastor (1934, pp. 170-171).

Ahora bien, la exaltación de la figura de Copérnico es correlativa de la valoración que se efectúa sobre su sistema. En realidad, Copérnico construyó su sistema heliocéntrico co-

mo una imagen del *Universo*, colocando la esfera de las estrellas fijas como última de su sistema, orbitando en torno al Sol.

Sin embargo, en la actualidad el heliocentrismo se refiere sólo al *Sistema Solar*. El descubrimiento de los movimientos de las estrellas y la estructura de la Galaxia, culminó, en las primeras décadas del siglo XX, en la gran revolución en la que las antiguas “nebulosas” se reconocieron como nuevas galaxias, y las dimensiones del Universo se ampliaron considerablemente. Las ideas de tal revolución, completada por el astrónomo Edwin P. Hubble, fueron aceptadas oficialmente por la comunidad científica hacia 1925, produciéndose así el cambio en la visión del mundo que, según Kuhn, es el aspecto esencial de toda revolución científica.

En esta consideración debemos excluir, por lo tanto, los libros anteriores a esa fecha. Sin embargo, en un texto tan completo y bien documentado como el de Loedel Palumbo y De Luca (1940, p.312), que incluye un capítulo entero dedicado a las nebulosas extragalácticas, se dice que:

“de todas maneras, el sistema de Copérnico, previamente expurgado de los necesarios errores en que debió incurrir el autor en épocas en que los principios de la Mecánica Celeste eran desconocidos, es el universalmente aceptado en la actualidad”.

E incluso en un texto relativamente reciente como el de Médici y Cabrera (1961, p. 179) se dice que:

“se debe a este astrónomola primera concepción heliocéntrica del sistema planetario, cercana a la que se emplea actualmente”.

Esto es un error, pues, como dijimos, Copérnico no hablaba del sistema planetario sino del Cosmos. En otras palabras, los libros de texto consideran que la ciencia vive en un Universo copernicano, mientras que, en realidad, hace mucho tiempo que la ciencia vive en un Universo muy diferente, más amplio y complejo, en el que, mientras la dimensión física del ser humano se empequeñece cada vez más, crece la dimensión de su mente, que se acerca a comprender lo que otrora parecía incomprendible. Por otra parte, la descripción que los textos efectúan del sistema copernicano se

encuentra notablemente simplificada: no hay mención alguna a los epiciclos, que no fueron propiedad exclusiva del sistema tolemaico, pues Copérnico también los empleaba. Con la conservación del Cosmos copernicano, entonces, quizás se trate de preservar el “mito del héroe”, prolongando en el tiempo la vigencia de un sistema que, en la mente de su autor, debía representar el *Todo*, cuando ahora sabemos que sólo puede representar, e imperfectamente, una ínfima parte⁹.

II. Galileo

Resulta también notable señalar que la concepción del heroísmo científico conduce en algunas oportunidades a manifestaciones de un carácter *whig* verdaderamente extremo. Así, según Ricaldoni (1914, p. 347):

“Anaxágoras, discípulo de Tales, fue perseguido y condenado a muerte, conmutándosele la pena por destierro perpetuo debido a las gestiones de su discípulo Pericles en Atenas, a causa de haber enseñado las verdades de la Escuela Jónica, pues ellas destruían la influencia de los Dioses sobre la Naturaleza. Fue el Galileo de aquellos tiempos” [el resaltado es del autor].

En esta cita podemos ver cómo tanto Anaxágoras como Galileo son concebidos desde el punto de vista del presente, y cómo se comparan las acciones de estos dos personajes, en realidad separados social y temporalmente por un verdadero abismo. Es una reescritura de la historia en la que el autor, en realidad, está recreando a Anaxágoras y Galileo a su propia imagen. También podemos apreciar que, así como en los textos religiosos Galileo era prácticamente execrado, en los libros de origen laico se transforma en el paradigma del héroe científico.

Este heroísmo de Galileo no admite matices. El propio Ricaldoni dice que el motivo de su condena por parte de la Iglesia fue simplemente la envidia de sus enemigos, celosos ante el éxito del *Diálogo*¹⁰. Finalmente, agrega que, después de retractarse de sus ideas ante el Tribunal de la Inquisición:

“Se dice que, al levantarse, agitado por los remordimientos de su falso juramento, con los ojos bajos hacia el suelo, exclamó, dando una patada: ¡E pur si muove!” (p. 382).

La “renovación” de la década del sesenta

A mediados de la década del sesenta, los textos de *Cosmografía*, que pasaron a denominarse de *Astronomía Elemental*, experimentaron un cambio radical, evidenciado en los siguientes puntos:

a) Por primera vez hallamos dos textos, Varsavsky (1969) y Feinstein (1969), escritos por profesionales de la disciplina, que no son religiosos y poseen el título de “Doctor en Astronomía”. Esto no fue casual ni permaneció desconocido para los autores, pues en el mismo prólogo de Varsavsky (p. s/n) se dice que:

“...Pero su característica más importante es que está escrito por un destacado astrónomo profesional, investigador activo en el campo de la Astronomía, lo cual confiere al libro una jerarquía poco común en textos para la enseñanza secundaria”.

b) La perspectiva se modifica, apuntando más a una visión global del Universo, de carácter marcadamente no-antropocéntrico, frente a las descripciones cosmográficas de los sistemas de coordenadas centrados en la Tierra, de naturaleza casi tolemaica.

c) Correlativamente, en los contenidos se redujo la astronomía de posición y creció la astrofísica, junto a la descripción de la enseñanza y la investigación astronómica en nuestro país.

d) La parte histórica adquirió un carácter marginal, en la forma de notas en letra más pequeña, y se volvió decididamente procopernicana y antiteológica.

Este último punto es el que más nos interesa en este momento, pues las “historias para trabajar” son aquí abundantes. Citando a Varsavsky (p. 119):

“Sólo en el siglo XVI el monje polaco Copérnico tuvo la osadía, poco antes de morir, de proponer que el Sol está en el centro del sistema planetario, que la Luna gira alrededor de la Tierra, y que la Tierra y los otros cinco planetas giran alrededor del Sol”.

Por supuesto, difícilmente podría, con justicia, calificarse a Copérnico de “osado”, pues demoró para publicar su sistema hasta encontrarse cerca de la muerte, cuando en realidad lo había elaborado mucho tiempo antes.

Nuevamente, en la p. 120 leemos que:

“La razón por la cual el sistema aristotélico subsistió durante casi 2000 años, y por la cual el sistema copernicano adolecía de fallas muy serias, era simplemente que los “científicos” de todo ese período [desde Aristóteles a Copérnico] rehusaron mirar el cielo y prefirieron basar todas sus teorías en razonamientos filosóficos y teológicos. El espíritu renacentista modificó esta actitud y, si bien la posición de la Iglesia Católica se mantuvo intransigente, durante los siglos XVI y XVII se realizaron importantes progresos en el conocimiento del sistema solar”.

Más allá de la confusión de atribuir las fallas del sistema copernicano a deficiencias en la observación y a considerar que el espíritu renacentista modificó tal actitud (en realidad Copérnico fue un representante típico del Renacimiento), obsérvese la postura radicalmente *whig*, consistente en criticar la falta de sustento observacional en pensadores que vivieron siglos antes de la invención del telescopio.

A pesar de lo anterior, estos nuevos libros de Astronomía Elemental avanzaron una comprensión más apropiada del sistema copernicano, reconociendo sus deficiencias y advirtiendo cuánto conservaba de las ideas aristotélicas. Por ejemplo, para López (1970, p. 413):

“La historia de la Astronomía nos cuenta que durante siglos el hombre imaginó que todo el Universo se hallaba limitado por una superficie esférica: el Sol, la Luna y los cinco planetas eran los astros principales; cada uno de ellos tenía fijada una región en el interior de esa superficie esférica. Y ubicadas todas a la misma distancia, estaban las estrellas, allá en el límite del Universo. La Tierra, centro del sistema planetario, se encontraba en el centro de esa superficie esférica. Cuando Copérnico presentó su sistema planetario ubicó al Sol en el centro pero en ningún momento destruyó la imagen finita del Universo” [el resaltado es del autor].

O bien, en el texto de Sardella y Mestorino (1978, p. 204), leemos:

“...fue Copérnico...da a conocer una concepción nueva del sistema, donde el sol ocupa el centro del universo, por cuya razón se le denomina sistema heliocéntrico...luego de la observación y análisis de algunas galaxias dedujo

[se refiere al astrónomo Herschel] que el sol no podía ser el centro del universo y que éste estaba formado por una serie de masas que llamó “universos islas” (hoy se las llama galaxias)”.

Esta “renovación” de la década del sesenta duró muy poco. En Gvirtz et al (2000) puede encontrarse una discusión acerca de las posibles causas de su fracaso.

Los nuevos textos de la actualidad

Fue Isaac Newton en su obra Principios matemáticos de Filosofía Natural y su sistema del mundo (1685) quien, al introducir las nociones de gravitación universal, la acción a distancia y la posibilidad del vacío, destruyó la visión antigua e instauró una nueva forma de ver al mundo en términos de interacciones y sus mecanismos correspondientes. Históricamente, estos hechos marcan el comienzo de la Modernidad.
Aristegui et al, *Física* (1999)

En la actualidad, los nuevos textos para EGB contienen algunas referencias a la astronomía, desde observaciones muy sencillas en los Manuales de Ciencias para EGB 1 hasta referencias de cosmología y astrofísica en los niveles superiores. En todos los casos, sin embargo, se le dedica un número de páginas sensiblemente pequeño frente al conjunto general del texto.

Nuevamente, se comienza relatando la historia de esta disciplina, explicándose con claridad la transición del modelo geocéntrico al heliocéntrico, y evitando las polémicas religiosas. Por ejemplo, en Perlmutter et al (1996, p. 61) leemos que:

“El nuevo modelo ideado por Copérnico, aunque erróneamente mantuvo la idea de que las órbitas de los planetas eran circulares, explicaba los hechos conocidos con mayor precisión que el de Ptolomeo. Ésta es la razón por la cual algunos astrónomos de la época, como el italiano Galileo Galilei, se decidieron a aceptar la teoría heliocéntrica. En cambio, para otros científicos de entonces, las pruebas de que la Tierra giraba alrededor del Sol no eran suficientes”.

Aquí debemos señalar algunos puntos importantes:

a) Se señala la continuidad de las órbitas circulares en el sistema de Copérnico. Este dato, obviado generalmente en los manuales de Cosmografía pero preservado en los de Astronomía Elemental, indica una cierta rigurosidad científica en el tratamiento del tema.

b) Contrastando con lo anterior, la afirmación de que el sistema de Copérnico explicaba mejor los hechos conocidos en la época que el de Ptolomeo, es al menos ingenua. Asimismo, que Galileo haya adherido al copernicanismo por este motivo es sumamente discutible. De todas formas, es difícil concebir cómo en un texto de este nivel podrían incluirse referencias a las consideraciones de tipo estético, etc., que podrían haber influido en Galileo a la hora de apoyar el heliocentrismo.

c) En una ilustración sobre el sistema tolemaico, que acompaña a la frase anterior, se dice que Ptolomeo “*propone la primera visión científica del universo*”. Esto contrasta radicalmente con las concepciones positivistas imperantes a principios del siglo XX, en las que se consideraba el sistema tolemaico como representante del “estadio teológico”, según la clasificación de Comte.

Debemos mencionar además otro dato interesante: la historia de Copérnico (a quien se define como un “investigador polaco”) se titula “*Una Revolución Científica*”. De todos los textos consultados es el primero que emplea este término, lo cual implica que comienzan a aparecer en los libros las ideas de la nueva historia de la ciencia.

Por otra parte, en los recientes textos para Polimodal podemos rastrear algunos contenidos de astronomía en libros de otras asignaturas. Por ejemplo, hojeando el texto de Física de Aristegui y otros (1999), encontramos que varios conceptos físicos se ilustran con referencias al Sistema Solar, e incluso que, en un apartado sobre historia de la ciencia, vuelven a narrarse los logros de Copérnico.

La visión es más amplia que en las obras de épocas anteriores: después de relatarse la transición del modelo tolemaico al copernicano, se dice que (p. 82):

“...*Galileo Galilei y posteriormente René Descartes comenzaron a desmoronar el edificio aristotélico. Comprendieron primero la relati-*

vidad del movimiento, la posibilidad de moverse en forma rectilínea y uniforme sin percibirlo. Esto anulaba la idea de un centro universal y conducía, más bien, a la imagen de un Universo infinito y sin centro.”

Sin embargo, se afirma incorrectamente que Copérnico “...*argumentando razones astronómicas, refutaba el sistema de Aristóteles...*” olvidando el tema de las órbitas circulares y el hecho de que el sabio de Polonia aún se movía dentro de las concepciones aristotélicas.

Por otra parte, podemos ver que, sutilmente, se postulan ideas instrumentalistas. En una serie de preguntas para “*Análisis y Debate*”, encontramos la siguiente interrogación:

¿*Considerar que la Tierra es el centro del sistema solar es incorrecto o poco práctico?*

Aún cuando en el libro no figura explícitamente la respuesta, detrás de la pregunta parece escucharse un eco de nociones relativistas e instrumentalistas, tan caras a cierto “posmodernismo” que ha invadido los textos escolares de los últimos tiempos. Este instrumentalismo no es, por cierto, una postura única en el conjunto de los textos. No obstante, también hallamos algunas afirmaciones que apuntan hacia el realismo. Por ejemplo, en el Manual de 5° E.G.B. de Editorial Santillana (1997), leemos que (p. 114):

“*Hace mucho tiempo, los hombres creían que la Tierra era el centro del Universo. En realidad, la Tierra es un pequeño planeta que gira alrededor del Sol*” [el resaltado es del autor].

En síntesis, si bien la reescritura de la historia no es tan marcada como antes, algunos relatos de la historia de la ciencia que aparecen en los libros de texto están “legítimamente seleccionados”, descontextualizados de su escenario real y llenos de afirmaciones caracterizadas por una concepción continuista e ingenua de dicha historia.

A modo de conclusión

En el curso de este estudio, hemos visto que, frente a la Revolución Científica, el sistema educativo argentino (por lo menos, desde el punto de vista de los textos), presentó en general dos características:

a) La narración de los hechos vinculados a la historia de la astronomía, incluyendo los episodios fundamentales que determinaron el surgimiento y desarrollo de la Revolución Científica. Independientemente del juicio particular que se adopte sobre los autores y sus obras, esta narración es realizada en todos los casos. Esto contrasta con los textos de otras disciplinas (por ejemplo, Física), en los que el relato histórico adquiere habitualmente un carácter marginal. Sin embargo, son escasos los libros en los que los descubrimientos astronómicos se relacionan con el contexto general de la ciencia; por ejemplo, rara vez se vinculan las ideas heliocéntricas de Galileo con sus aportes a la Física. Esta situación, no obstante, comienza a revertirse en la actualidad. Los nuevos textos escolares no sólo emplean, por lo menos en algunos casos, explícitamente la expresión “Revolución Científica”, sino que presentan un panorama más global de la gran transformación acaecida en este período.

b) La extrema subjetividad e ideologización de las opiniones. Esto se manifiesta en dos formas distintas:

1. La postura de los textos religiosos que, con algunas variantes, adoptan una postura condescendiente hacia Copérnico y crítica (ocasionalmente agresiva) hacia Galileo. Estas posturas corresponden a dos modos (o dos tácticas) de encarar el juicio de un personaje controvertido: la **neutralización** (se neutraliza la polémica identificando sutilmente al personaje con las propias ideas, tal es el caso de los libros que enfatizan el aspecto religioso de Copérnico) y la **polémica** (se enfrenta abierta y decididamente al personaje, que adopta las características de un enemigo). En otras palabras, se neutraliza la figura de Copérnico, se polemiza con la de Galileo. Tycho Brahe adquiere una estatura que, como pensador y no como astrónomo experimental, difícilmente pueda concedérsele en la historia de la ciencia.

2. Los textos laicos, por lo general de carácter marcadamente *whig*. Las historias de estos libros son definidamente historias para trabajar, ya presenten un carácter heroico, ya se remitan exclusivamente a la evolución de las ideas científicas. En estas narraciones la contextualización socio-histórica suele estar

ausente, y la creencia en el progreso lineal e indefinido se manifiesta con claridad.

Implicaciones para la enseñanza de la ciencia

¿Porqué es importante que en los libros de texto de ciencias se incluya historia de la ciencia?

En primer lugar, tal como lo señala Boido (1998), porque le permitiría al alumno tener una visión más contextualizada del conocimiento científico y, por lo tanto, entender a la ciencia como un proceso cambiante que se va generando con el tiempo, y no como un producto acabado.

En segundo lugar, estaríamos evitando caer en un “empirismo ingenuo”, según el cual la ciencia es concebida como un conjunto cerrado de conocimientos, estático, con verdades establecidas.

Y, por último, ¿cómo enseñar dicha ciencia?

De acuerdo a investigaciones realizadas en Estados Unidos (Matthews, 1994), no podemos enseñar ciencia sólo por la experiencia o por el descubrimiento ingenuo del alumno, porque esas formas o reglas bien definidas que se aplican mecánicamente pronto son olvidadas y además se desvaloriza el propio conocimiento científico.

En síntesis, sabemos que la enseñanza de la ciencia se encuentra aún hoy en pleno debate, pero en la medida en que se acepte que el alumno debe aprender conceptos vinculados con procedimientos sustentados en procesos cognitivos que le enseñen a pensar y a elegir nuevas estrategias que lo favorezcan (Weissman, 1992), los libros de texto tendrán que redefinir la selección de sus contenidos integrando la historia y la filosofía de la ciencia (sin caer en una pseudo-historia) a los lineamientos curriculares vigentes.

Por supuesto, los textos continuarán desempeñando un papel iniciático dentro de la comunidad científica, y cierto grado de carácter *whig* en los mismos posiblemente sea inevitable. No obstante, se deberá tender a una mayor y mejor contextualización histórica de las narraciones efectuadas, elevando así la calidad de la historia de la ciencia enseñada en los manuales.

Notas

¹ Esto no es algo casual o arbitrario. Boido (1998) afirma que: “*Nuestra ciencia es una actividad profana, pero no lo era la de Copérnico, Galileo, Pascal o Newton, cuya obra está impregnada de consideraciones teológicas*”.

² Citan a Brugier, entre otros, Eduardo Castro (1926) en la Argentina, Reyes Thévent (1935) en Uruguay y Miranda Yáñez y Macaya Martínez (1935) en Chile. También el “Manual de Geografía” de Brito (1928) hace referencia a este autor.

³ En la página 221, Brugier contradice su propia afirmación, al decir que “*En 1610 descubrió Galileo cuatro satélites de Júpiter, encontrando así un apoyo en favor del sistema de Copérnico*”.

⁴ Por otra parte, si bien Copérnico, como dijimos, fue canónico, no llegó a tomar los hábitos y por lo tanto no debe ser calificado como “sacerdote”.

⁵ Francois Arago (1786-1853) fue un notable físico y matemático francés; el Padre Angelo Secchi (1818-1878) un astrónomo italiano, jesuita, director del observatorio del Collegio Romano; Camille Flammarion (1842-1925), astrónomo y prolífico escritor francés. J. Pichot escribió, en francés, un tratado de Cosmografía que se empleó en la Argentina, en su idioma original, en la enseñanza secundaria de principios del siglo XX. Amadeo Guillemin fue autor de textos escolares y de divulgación sobre física y astronomía; mientras que de La Leta hemos visto un brevísimo libro sobre el tema y de las restantes citas no hemos podido obtener referencia alguna. Es interesante señalar que estos autores gozaron de popularidad no sólo en la Argentina. El libro de Sluys (1922) empleado en España, afirma haber obtenido sus datos de Houseau, Guillemin, Pichot, Catalan y Flammarion.

⁶ Kennerley y Seymour (1998) citan un trabajo de King (1978), donde se afirma que: “*In one of the discussions [taken from Cicero’s book De Republica, written around 60 BC], Philus informs his companions that after Marcus Claudius Marcellus captures the opulent city of Syracuse 212 B.C. he carried off along with much booty two sphaerae made by Archimedes. One of these, a solid and compact globe, had stars marked on its surface and was placed in the Temple at Vesta. The other, not in solid form, showed the motion of the Sun, Moon and planets, and was the only item of the spoils of war kept by Marcellus for his own use*”. A partir de esto, podemos ver que la afirmación de Tirelli, si bien exagerada, no obstante parece tener algún fundamento.

⁷ En el prólogo de Castro (1926, pp.5-6) leemos que: “*Por otra parte, se ha tratado siempre que el tema lo exigía referir las experiencias, fenómenos y operaciones cosmográficas de transferencia del Hemisferio Norte (exclusividad de ubicación de los cálculos en los textos extranjeros) al Hemisferio Sur, en el que se encuentra nuestro Continente; para evitar así al estudiante esfuerzos mentales que por prematuros serían de dudosa eficacia práctica dada su preparación, y para acentuar aún más, si cabe, la atención de su espíritu y el interés, por su sentimiento nacional, al estudio de la materia que informa la índole de este trabajo*”.

⁸ Se denomina historia “whig” a aquella en que las ideas científicas del pasado se presentan vistas desde el presente, es decir, en forma descontextualizada y sin referencia a la situación socio-cultural correspondiente al momento en que tal idea fue elaborada. Para un historiador *whig* las ideas científicas progresan linealmente y se suceden una a otras en un progresivo acercamiento a la verdad.

⁹ Curiosamente, fue un autor jesuita el que expresó primero la verdad sobre esta cuestión. En efecto, el padre Puig (1941), dedica un apartado de su libro para explicar con claridad las diferencias entre el sistema de Copérnico y el actual.

¹⁰ No todos los autores fueron tan efusivos en su consideración del heroísmo galileano. Rey Pastor (1934), por ejemplo, dice que (p. 172) “*la fuerza de la tradición le indujo a no insistir en las nuevas ideas*”.

Referencias

- Aristegui, R.; Baredes, C.; Dasso, J.; Delmonte, J.; Fernández, A.; Sobico, C. y Silva, A. (1999). *Física I*. Buenos Aires: Editorial Santillana.
- Boido, G. (1993). La polémica sobre el enfoque whig en la historia de la Ciencia. *Análisis Filosófico XIII*, N° 2, pp. 124-132.
- Boido, G. (1996). *Noticias del Planeta Tierra - Galileo Galilei y la Revolución Científica*. Buenos Aires: A-Z Editora.
- Boido, G. (1998). Aportes de la Historia y la Filosofía de la Ciencia a la educación científica. *Memorias de la Jornada de Enseñanza de la Ciencia*, Universidad Nacional de General Sarmiento, pp. 67-77.
- Brito, O. (1928). *Manual de Geografía*. Buenos Aires: Editorial Estrada.
- Brugier, E. (1920). *Elementos de Cosmografía*. Buenos Aires: Editorial Estrada.
- Castro, E. (1926). *Cosmografía - Curso Elemental*. Buenos Aires: Editorial Peuser.

- Cornejo, J. y Gvirtz, S. (1999). El caso de la Cosmografía y la Astronomía. *Novedades Educativas* N° 102, pp. 66-67.
- Equipo Didáctico Editorial Santillana (1997). *Manual de 5° E.G.B.* Buenos Aires: Editorial Santillana.
- F.T.D. (s/f). *Elementos de Cosmografía*. Buenos Aires: Librería del Colegio.
- Feinstein, A. (1969). *Astronomía Elemental*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Gvirtz, S.; Aisenstein, A.; Brafman, C.; Cornejo, J.; López Arriazu, F.; Rajschmir, C. y Valerani, A. (2000). *El color de lo incoloro - Miradas para pensar la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Editorial Novedades Educativas.
- Isaurralde, A. y Maradona, S. (1910). *Elementos de Cosmografía*. Buenos Aires: Editorial Las Ciencias.
- Kennerley, A. y Seymour, P. (1998). Aids of the Teaching Astronomy and its History from 1600. *Memorias de International Standing Conference for the History of Education*, Bélgica, 1998.
- Loedel Palumbo, E. y De Luca, S. (1940). *Cosmografía o Elementos de Astronomía*. Buenos Aires: Editorial Estrada.
- López, A. (1970). *Matemática Moderna*. Buenos Aires: Editorial Stella.
- Matthews, M.R. (1994). *Science Teaching - The Role of History and Philosophy of Science*. Londres: Routledge.
- Médici, H. y Cabrera, E. (1961). *Elementos de Cosmografía*. Buenos Aires: Librería del Colegio.
- Miranda Yáñez, A. y Macaya Martínez, A. (1935). *Elementos de Geografía Física, Geología y Cosmografía*. Santiago de Chile: Editorial Fénix.
- Perlmutter, S.; Schnek, A. y Stutman, N. (1996). *Ciencias Naturales - 7° E.G.B.* Buenos Aires: Aique.
- Puig, I. (1941). *Elementos de Cosmografía*. Buenos Aires: Editorial Luis Lasserre.
- Rey Pastor, J. (1934). *Cosmografía*. Buenos Aires: Editorial El Ateneo.
- Reyes Thévent, A. (1935). *Elementos de Cosmografía*. Montevideo: Editorial A. Monteverde.
- Ricaldoni, T. (1914). *Elementos de Cosmografía*. Buenos Aires: Editorial Estrada.
- Sardella, O. y Mestorino, R. (1978). *Astronomía Elemental*. Buenos Aires: Editorial Troquel.
- Sluys, A. (1922). *La Cosmografía y su enseñanza*. Madrid: Ediciones de la Lectura.
- Smith, A. (1879). *Astronomía Ilustrada*. Nueva Granada: Editorial D.Paredes (Appleton y Cía. en Nueva York).
- Tirelli, U. (1897). *Elementos de Cosmografía*. Buenos Aires: Librería del Colegio.
- Varsavsky, C. (1969). *Astronomía Elemental*. Buenos Aires: Editorial Estrada.
- Weisman, H. (1992). La enseñanza de las Ciencias Naturales, en *Didácticas Especiales - Estado del Debate*, Buenos Aires: Aique.