

# LA TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO A LAS COLONIAS: FACTORES SOCIALES, POLÍTICOS Y CULTURALES\*

UBIRATAN D'AMBROSIO

Universidad de Campinas (São Paulo, Brasil)

## RESUMEN

*Aunque la civilización pre-colombina de América poseía conocimiento matemático (ahora identificado como etnomatemática), se realizó un esfuerzo para transferir las matemáticas desde las tradiciones europeas a las colonias. Esta condición de consumidores de conocimiento generado en Europa continuó hasta la transición del siglo XIX al XX, cuando la producción local de matemáticas comenzó a ser trazada. Este artículo se centra en los factores sociales, políticos y culturales de la dinámica de transferencia de conocimientos matemáticos a las colonias y de la producción de matemáticas en América Latina.*

## ABSTRACT

*Although the pre-Columbian civilization in the Americas had mathematical knowledge (now identified as Ethnomathematics), there was an effort to transfer Mathematics from the European traditions to the colonies. This condition of consumers of knowledge produced in Europe continued until the transition from the 19th through the 20th century, when local production of Mathematics start to be delineated. This paper will focus on the social, political and cultural factors in the dynamics of the transfer of mathematical knowledge to the colonies and of the production of Mathematics in Latin America.*

Palabras clave: Matemáticas, Etnomatemática, Transmisión de la ciencia, Latinoamérica.

## 1. Una visión global

### 1.1. Notas introductorias

Las grandes navegaciones realizadas después del siglo XVI revelaron formas de conocimiento científico de diversos entornos culturales. Como

---

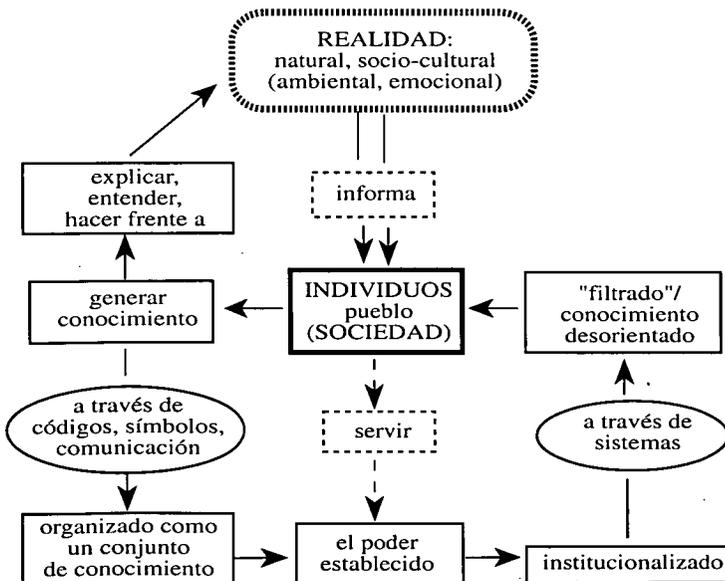
\* Traducción de Silvia Arcas y Elena Ausejo.

resultado, las distintas etnociencias implicadas en los encuentros, que obviamente incluyen la ciencia europea, han estado sujetas a grandes cambios. En este artículo examinaré algunas de las consecuencias de esta exposición conjunta de culturas.

Por etnociencia entiendo el conjunto de conocimiento establecido como sistemas de explicaciones y formas de hacer acumulados a través de generaciones en distintos entornos culturales. Particularmente importante para nosotros es la etnomatemática, entendida como el conjunto de conocimiento derivado de prácticas cuantitativas y cualitativas, como por ejemplo contar, pesar y medir, ordenar y clasificar. Como la ciencia y las matemáticas occidentales académicas, tienen una relación simbiótica.

Ninguna de las dos son disciplinas nuevas. Mejor dicho, forman parte de un programa de investigación histórica y epistemológica. Las implicaciones pedagógicas son obvias. Tanto el programa de investigación como el programa educativo tienen en cuenta todas las fuerzas que conforman un modo de pensamiento, en el sentido de investigar la generación, organización (tanto intelectual como social) y difusión del conocimiento.

### EL CICLO DEL CONOCIMIENTO



El programa de investigación, típicamente interdisciplinario, reúne e interrelaciona resultados de las ciencias cognitivas, epistemología, historia, sociología y educación. Un componente esencial es el reconocimiento de que las matemáticas y la ciencia son construcciones intelectuales humanas como respuesta a las necesidades de supervivencia y transcendencia.

La necesidad de una estructura intelectual para organizar los correspondientes sistemas de códigos, normas y costumbres dió origen a muchos aspectos de la ciencia y de las matemáticas<sup>1</sup>.

En el programa de investigación se presta una atención particular a aquellas dimensiones del conocimiento relacionadas con las que se conocieran como las diversas disciplinas de la ciencia y de las matemáticas en la civilización europea después del siglo XV.

La etnociencia, en tanto que conjunto de conocimiento cuanto como práctica pedagógica, está respaldada por la historia de la ciencia y refleja la dinámica de la adquisición cultural. Algunos ejemplos lo ilustran.

En todo el mundo, gran parte de las explicaciones y predicciones meteorológicas, costumbres agrícolas, métodos de curación, normas de vestido e institucionales, costumbres culinarias, y el comercio, proceden de la tradición europea desarrollada en la Edad Media y en el Renacimiento. Pero vemos, por todo el mundo, costumbres muy diferentes. Esas costumbres, que tienen su origen en las comunidades nativas, han sido modificadas significativamente como resultado de la recíproca exposición de las formas culturales desde los tiempos coloniales. Por ejemplo, es común ver a los indígenas en América utilizando números indo-arábigos, pero realizando las operaciones de abajo a arriba, aduciendo que ésa es la manera en que crecen los árboles. Pero también es común identificar, en conceptos más avanzados, la influencia de esta mutua exposición en las costumbres y en la vida cotidianas.

Las costumbres de la vida cotidiana que están fundamentadas científicamente se reconocen fácilmente. Esto es evidente examinando las profesiones que requieren algún conocimiento científico y aptitudes matemáticas.

Las prácticas y percepciones de los que aprenden son el sustrato sobre el cual se construye el nuevo conocimiento. Así, el conocimiento nuevo se tiene que basar en la historia individual y cultural de quienes aprenden y se tiene que reconocer la diversidad de las culturas existentes, presente en comunidades específicas, en todo el mundo. Esta es la esencia de una nueva postura educativa llamada educación multicultural.

Una nueva postura educativa depende de una nueva actitud histórica que reconozca la contribución de las culturas pasadas en la construcción del mundo moderno y del pensamiento moderno, y que evite las omisiones y los errores del anterior tratamiento de las diferencias culturales.

Identificamos fácilmente dos categorías de conocimiento científico: ciencia erudita (*formal* o *académica*), apoyada por una epistemología adecuada, cuya práctica está restringida a profesionales especializados; ciencia cultural<sup>2</sup> (*práctica*, *popular* o *de la calle*). Estas categorías están íntimamente relacionadas y su principal distinción radica en el criterio de rigor, en la naturaleza, dominio y extensión de sus propósitos, es decir, en qué y cuánto se puede hacer con ellas.

Por ejemplo, en las culturas pre-colombinas existían diferentes maneras de realizar sus medidas y cálculos y esas costumbres todavía prevalecen en algunas comunidades nativas. La mayoría de las tribus amazónicas tienen sistemas de cálculo que están basados en *uno, dos, tres, cuatro, muchos*. Y eso es todo, pues con estos números pueden satisfacer todas sus necesidades<sup>3</sup>. En diversas culturas también vemos importantes formas de trabajar la cerámica, la tapicería y el conocimiento cotidiano con notables características matemáticas<sup>4</sup>. Lo mismo ocurre en las culturas africanas<sup>5</sup>. La gente de esas culturas no tiene ningún tipo de problemas en asimilar el sistema numérico europeo actual y se desenvuelve perfectamente bien calculando, medidas y dinero, *cuando* comercian con individuos de la cultura europea. La medición de la tierra practicada por los campesinos en Latinoamérica proviene de la geometría antigua transmitida a los agrimensores medievales, ya que la propiedad y medición de la tierra (geo-metría) es desconocida en las culturas pre-colombinas. Otro ejemplo se encuentra en África, donde la gente trata con números y cálculos según sus antecedentes culturales específicos<sup>6</sup>.

El gran prestigio de la ciencia proviene principalmente de su reconocimiento como el instrumento intelectual básico del progreso. Se reconoce que la tecnología moderna depende de la ciencia y que los instrumentos de validación en asuntos sociales, económicos y políticos, principalmente a través del almacenamiento y manejo de datos, están basados en la ciencia y en las matemáticas. En este aspecto, es particularmente importante la estadística. Esto evidentemente proporciona a la ciencia un aura de imprescindibilidad en la sociedad moderna. Existe una opinión general de que prácticamente ya no existen límites en lo que puede ser explicado por la ciencia. Muchas de las aplicaciones que le dan a la ciencia una posición tan prestigiosa forman parte de varias formas de conflicto cultural.

Los estudios sobre etnociencia y etnomatemática están motivados por las demandas del entorno natural y cultural y están presentes en todas partes. Es

un hecho que, incluso sin reconocerlo, casi todo el mundo realiza prácticas matemáticas, incorporadas en la rutina cotidiana. Andando o conduciendo se memorizan rutas, en muchos casos optimizando trayectorias, lo cual es una costumbre de naturaleza matemática. También tratándose de dinero, mediciones y cuantificaciones en general reconocemos una componente matemática intrínseca. Lo mismo ocurre con la capacidad de clasificar, poner en orden, seleccionar y memorizar rutinas.

Estas costumbres se generan, se organizan y se transmiten informalmente, al igual que el idioma, para satisfacer las necesidades inmediatas de una población. Se incorporan al acervo de conocimiento común que mantiene unido y operativo a un determinado grupo de individuos, una comunidad, una sociedad, y a esto es a lo que se le llama cultura. Así pues, la cultura se manifiesta en diferentes formas y dominios, obviamente interrelacionadas. Formas culturales como el idioma, las prácticas matemáticas, los sentimientos religiosos, la estructura familiar, los modelos de indumentaria y de conducta, están así diversificadas. Naturalmente están relacionadas con la historia de los grupos de individuos, comunidades y sociedades donde se desarrollan. Una comunidad más numerosa se divide en distintas variantes culturales, cada una derivada de su propia historia y que responde a formas culturales diferenciadas.

### 1.2. Algunas notas sobre historiografía

La historia, una disciplina académica principal, acarrea un prejuicio intrínseco que hace difícil explicar el proceso, siempre presente, de dinámica cultural que permite la evolución de la humanidad. Esto prepara el camino para el paternalismo y la arrogancia, la intolerancia y la intransigencia. Y claramente dificulta la comprensión, entre grupos culturales distintos, de cada uno de los procesos de construcción de sus realidades culturales cuando tratan de satisfacer sus necesidades de supervivencia y transcendencia.

Estos prejuicios han sido tanto metodológicos como ideológicos, en particular en la historia de la ciencia. Helge Kragh dice que

"la historia de la ciencia tiene su propio *imperialismo* que en parte refleja el hecho de que vista histórica y socialmente la ciencia es un fenómeno casi puramente occidental, concentrado en unos pocos países ricos. Mientras que la ciencia puede ser internacional, la historia de la ciencia no"<sup>7</sup>.

Esto parece ser casi inevitable en el marco de las historiografías basadas en enfoques reduccionistas, como es el caso de varias historias supuestamente autónomas, en particular en la historia de la ciencia. El mero hecho de que al

abordar análisis históricos se hable de las ciencias, como la física, la química, las matemáticas, como algo diferenciado de la religión, el arte, la política, obviamente impide la comprensión de los procesos de evolución de ideas y métodos, de reflexión y acción, que subyacen a esfuerzo humano por encontrar explicaciones, comprender y hacer frente a su entorno, y por convivir con la naturaleza.

El reduccionismo que caracteriza varias de las llamadas historias autónomas y también de las historias basadas en hechos y nombres, lugares y fechas, naturalmente se deriva de la ideología imperante y justifica acciones actuales. Incluso cuando vamos un paso más allá de la historia narrativa y vamos a la historiografía, los hechos quedan sumergidos en los procesos y podemos ser conducidos a estar satisfechos con la falsa impresión de haber abordado el pasado ya que tenemos datos verificados y hechos descritos y explicados. Estoy de acuerdo con Armando Saitta cuando dice que la historiografía debería centrarse en un problema, sin perder de vista todas las fuerzas que desempeñan un papel en la realidad histórica, y evitando la aproximación unilateral del especialista y la reducción del curso histórico a unos pocos elementos. Saitta pide a los historiadores que investiguen *lo que hoy no es pero mañana será*<sup>8</sup>. Propone claramente una historia global. Cuando rechaza la historia del *si*, abre el camino a una valoración de todas las alternativas que estuvieron presentes en el proceso y sostiene que la triunfante alternativa no debería implicar el rechazo de las otras. E.H. Carr opinaba lo mismo cuando asegura que el momento histórico en el que se abrieron varias alternativas, no implica renunciar a aquellas que no triunfaron, sino más bien investigar la razón por la que no triunfaron y cual fue el coste de esa decisión<sup>9</sup>.

Parafraseando a Miguel León-Portilla, es cuestión de escuchar también a los perdedores<sup>10</sup>. La historia ha sido principalmente la historia de los vencedores. Esto es especialmente cierto en la historia de la ciencia.

Por razones obvias, la visión del perdedor ha sido marginada, y es más notable en los capítulos que tratan sobre los orígenes de la ciencia moderna. Usamos el término ciencia moderna entendido como el conjunto de ideas que sostenidas en los paradigmas establecidos en los siglos XVII y XVIII, principalmente a través de los trabajos de R. Descartes, I. Newton, G.W. Leibniz y seguidores.

El nacimiento de la ciencia moderna se identifica con la geografía moderna del mundo y la aparición de privilegios para aquellos capaces de dominar la ciencia moderna y la tecnología. ¿Cómo llegó a nacer este papel privilegiado? ¿Por qué los conquistados y colonizados todavía tienen problemas para dominar la ciencia y la tecnología? ¿Por qué la ciencia y la tecnología han

progresado tan rápidamente y en este progreso se han dejado de lado, incluso eliminado, todas las preocupaciones sociales y sobre todo éticas, preparando así el terreno para enormes distorsiones sociales, políticas y ambientales? Estas preguntas están relacionadas con el concepto de conocimiento en sí mismo.

### 1.3. *La construcción del conocimiento científico*

Entendemos el conocimiento como algo que emana de la gente, esencialmente como consecuencia de la tendencia humana hacia la explicación, comprensión y consideración de su entorno inmediato y de la realidad en general, realidad entendida en su sentido más amplio y en cambio permanente como resultado de la propia acción humana. Esta tendencia, obviamente holística, está sujeta dinámicamente a un proceso de exposición a otros miembros de la sociedad —el pueblo— y gracias a la comunicación, tanto inmediata como remota en el tiempo y en el espacio, experimenta un proceso de codificación, entrelazado por una lógica asociada subyacente, inherente a la gente como una forma de conocimiento que algunos llaman sabiduría. Los modos de comunicación y la lógica subyacente se reconocen como resultado de los procesos cognitivos vigentes. La evolución cognitiva, relacionada con la especificidad ambiental, da origen a diferentes modos de pensamiento y diferente lógica subyacente, comunicación y codificación. Por tanto, el conocimiento está estructurado y formalizado en función de una especificidad de naturaleza cultural. La estructura del poder, que se desarrolla a partir de la sociedad como una forma de conocimiento político, se apropia, incluso expropia, el conocimiento estructurado y lo organiza en instituciones. De esta forma y bajo el control del sistema y de la estructura del poder, que se sustentan mutuamente, el conocimiento es devuelto al pueblo, que en primera instancia lo generó, a través de sistemas y filtros diseñados para mantener la estructura del poder establecido.

La generación, transmisión, institucionalización y difusión del conocimiento es claramente una aproximación holística al conocimiento y a la dinámica del cambio. Esta es la esencia del programa de investigación en historia de la ciencia que llamo *etnomatemática*<sup>11</sup>.

El enfoque disciplinario del conocimiento se centra en la cognición, la epistemología, la historia y la sociología. Esto claramente dificulta la comprensión de la dinámica del cambio. La exposición mutua de distintos enfoques del conocimiento, resultantes de distintas realidades del entorno, es global, abarcando el ciclo completo desde la generación hasta la difusión del conocimiento.

El proceso de dinámica cultural que tiene lugar en la exposición está basado en mecanismos que equilibran el proceso de cambio, que llamo *acquisencia* —es decir, la capacidad de aceptar con consciencia el cambio (modernidad)— y el *ethos* cultural —que actúa como una especie de mecanismo protector contra el cambio que produce nuevas formas culturales—.

Esta conducta se puede observar a lo largo de toda la historia de la humanidad. Estas herramientas conceptuales están próximas al *ethos* y *schismogenesis* introducidos por Gregory Bateson al tratar sobre el contacto cultural y la culturización<sup>12</sup>.

En el encuentro de los dos mundos (Europa y América) esto fue violado en muchos casos. El origen de estas violaciones puede estar relacionado con distintas visiones de la naturaleza. Una conceptualización científica, que resultó del entremado de pensamiento medieval judío, cristiano y greco-arábigo y se desarrolló en Europa, induce al hombre a observar la naturaleza y el universo como una fuente inagotable de riqueza y a explotar estos recursos con una imperiosa tendencia hacia el poder y la posesión.

Este comportamiento hacia la naturaleza y la vida ha llevado al hombre a fomentar un único modelo de desarrollo y, por tanto, a ignorar las diversidades culturales, económicas, espirituales y sociales que constituyen la esencia de nuestra especie.

Estas reflexiones cuestionan el conjunto de conceptos y modelos actuales, y aboga por la aceptación de la idea de que la supervivencia depende de una visión global y holística de la realidad. Esto requiere un cambio radical en todos los niveles de conocimiento y de actuación. Así, buscaremos cambios radicales en nuestros modelos de desarrollo, de educación y de civilización, basados en el reconocimiento de una pluralidad de modelos, de culturas, de espiritualidad y de diversidad social y económica, con pleno respeto hacia cada una de las distintas opciones.

#### **1.4. Visiones del mundo**

Los navegantes europeos de finales del siglo XV y principios del XVI llegaron hasta América, Africa, India y China. En los casos de Africa y de Asia, habían existido contactos previos con civilizaciones que habían compartido, anteriormente, muchos encuentros entre ellas mismas y con europeos. Así, los encuentros del siglo XV y principios del siglo XVI fueron, realmente, ampliaciones y contactos más profundos. Pero el encuentro de lo

*nuevo*, lo desconocido, lo inesperado, fue experimentado por Colón y los españoles, en 1492 y en posteriores viajes.

Se conocen anteriores contactos con América. Pero las motivaciones y el comportamiento de los primeros navegantes fueron completamente diferentes del de los españoles y portugueses y, posteriormente, ingleses, franceses y alemanes<sup>13</sup>.

Es notable la influencia de los navegantes y de los cronistas, especialmente de los portugueses, en la construcción del modo de pensamiento que subyace a la ciencia europea moderna. En palabras de Joaquim Barradas de Carvalho *los autores de literatura portuguesa sobre navegación hicieron posible los Galileos y los Descartes*<sup>14</sup> esencialmente a través del desarrollo de *la curiosidad objetiva y serena, las observaciones rigurosas y la experimentación creativa*<sup>15</sup>.

El escaso reconocimiento de la ciencia portuguesa de los siglos XV y XVI ilustra las observaciones hechas anteriormente sobre la parcialidad de la historiografía. De hecho, el importante *Tractatus de sphaera* (de principios del siglo XIII) escrito por Johannes de Sacrobosco, reconocido como *el libro de texto de astronomía y cosmografía más claro, más elemental y más usado desde el siglo XIII hasta el XVII*<sup>16</sup>, fue objeto de dos importantes traducciones con comentarios en Portugal, a cargo de Pedro Nunes en 1537 y de João de Castro posiblemente en 1546. La traducción con comentarios de Pedro Nunes, un importante matemático del siglo XVI, incorpora gran parte de la ciencia observacional y experimental practicada por los navegantes portugueses desde principios del siglo XV y registrada en sus escritos. Curiosamente, ninguna de las dos traducciones es reconocida en el estudio más importante sobre Sacrobosco, realizado por L. Thorndike.

Crónicas particularmente importantes son la *Crónica dos feitos de Guiné* de Gomes Eanes de Zurara (1453) y el *Esmeraldo de situ orbis* de Duarte Pacheco Pereira, escrito entre 1505 y 1508, que es probablemente el primer gran trabajo científico que presenta un informe acerca de lo observado y experimentado en los entornos recientemente *descubiertos*. De hecho, tenemos que entender el sentido que tiene la palabra *descubrimiento* entre los autores portugueses de ese período para comprender mejor el papel de las navegaciones en la preparación del terreno para la ciencia moderna. En su importante contribución historiográfica Joaquim Barradas de Carvalho [vid. nota 14] realiza un estudio exhaustivo tanto del *Esmeraldo de situ orbis* como de la discusión acerca del significado de la palabra *descubrimiento*.

Los viajes permitieron tener una visión más amplia del mundo. Aventurarse en el Hemisferio Sur requirió dos empresas mayores, la

construcción de la carabela, un barco sumamente versátil construido por los portugueses en el siglo XV como resultado de un proyecto de ingeniería notable<sup>17</sup>, y nuevas técnicas de navegación, basadas en tablas construidas a partir del registro sistemático de observaciones realizado por los capitanes de estos barcos. Ellos mismos fueron también responsables de registrar de los *diferentes cielos*, que eran los primeros europeos en observar. Las contribuciones de Gil Eanes cruzando el Cabo Bojador en 1434, Nuno Tristão alcanzando en 1443 la costa de Mauritania y el gran logro de Diogo Cão cruzando la línea del Ecuador en 1483 prepararon el terreno a Bartolomeo Dias para cruzar el Cabo de Buena Esperanza en 1488 y a Vasco da Gama para llegar a Calcuta, en la India, en 1498. Junto con Colón, que alcanzó las tierras occidentales en 1492, la visión del mundo cambió. Todas las tierras y gentes estaban al alcance de los navegantes. Es el comienzo de una nueva fase en la historia de la humanidad.

### ***1.5. Las nuevas ciencias vistas en el encuentro***

Como se ha dicho anteriormente, América y hasta cierto punto Africa, fueron más sorprendentes para los europeos que lo que se había visto en tierras que se habían alcanzado anteriormente por rutas terrestres. En particular, América mostró gentes con nuevas formas de explicación, de rituales y de orden social. Reflexiones sobre lo que se ha denominado filosofía natural o ciencias físicas, astronomía en particular, formaba parte de la visión global del cosmos de las civilizaciones pre-colombinas. En otras palabras, el establecimiento científico y los científicos, ciertamente presentes en la sociedad de las culturas conquistadas, no han sido reconocidos como tales por los conquistadores. Uno de los primeros cronistas de estas culturas, Fray Bernardino de Sahagún, escribe en el siglo XVI

"el lector se aburrirá verdaderamente al leer este Libro Siete [que trata sobre la astrología y filosofía natural que los naturales de esta Nueva España han alcanzado], ... intentando sólo conocer y escribir lo que ellos entendía en materia de astrología y filosofía natural, que es muy poco y de muy bajo nivel"<sup>18</sup>.

La importante crónica de Sahagún explica muchas cosas acerca de la flora y la fauna, además de las propiedades medicinales de las hierbas de Nueva España. Pero no da ningún crédito al conocimiento formal estructurado indígena. Esto es característico de lo que se podría llamar un obstáculo epistemológico del encuentro.

Otro libro importante es el *Sumario compendioso ... con algunas reglas tocantes al Arimética* de Juan Díaz Freyle, impreso en México en 1556, el primer libro de aritmética impreso en el Nuevo Mundo. Contiene una

descripción del sistema numérico de los aztecas. Pero este libro dejó de editarse enseguida y la aritmética azteca fue reemplazada por el sistema español.

Se necesita realizar mucha investigación sobre la ciencia del encuentro. Pero ello requiere una nueva historiografía, puesto que los nombres y los hechos, sobre los que se apoya fuertemente la actual historia de la ciencia, no han sido un asunto de interés en el registro de estas culturas. Una historia *desde abajo*, que pudiese arrojar alguna luz sobre las formas de explicar y entender la realidad en estas culturas, no ha sido habitual en la historia de la ciencia.

Hay una disponibilidad de fuentes algo mayor para la historia de las ciencias naturales y de la salud.

### ***1.6. La metáfora de la cuenca del río y la sociología de las matemáticas***

No se puede negar que las matemáticas [occidentales] son esenciales en el mundo moderno. La opinión pública está preparada para sostener la inversión en investigación matemática a pesar de ser absolutamente incapaces de imaginar que tipo de investigación se está sosteniendo; padres profesionalmente exitosos invierten en la educación matemática de sus hijos e incluso aceptan que un niño repita un año completo si suspende el exámen final, aun cuando su exitoso padre/madre declare que mientras fue a la escuela y hasta la actualidad nunca entendió las matemáticas. *Milagrosamente* ellos se graduaron a pesar de sucesivos suspensos en matemáticas y *milagrosamente* llegaron a tener éxito. ¡Sus hijos han seguido adelante —sufriendo y luchando— y de este modo no dependerán de milagros! ¡Padres menos afortunados, que no tuvieron oportunidad de ir a la escuela y, no tienen ni la menor idea sobre matemáticas, castigan a sus hijos si no obtienen buenas calificaciones en matemáticas. Los compañeros y la sociedad en general consideran a quienes obtienen buenas notas en matemáticas genios potenciales, mientras que se tiene por tontos a los que no se les dan bien las matemáticas. Socialmente, esto ha sido un instrumento en la selección de élites, como ha sido bien estudiado por Pierre Samuel en su clásico trabajo sobre este tema. Por otra parte, la investigación que muestra que la creatividad tanto individual como social se potencia mediante la autoestima, no se tiene en cuenta para quienes son buenos en arte o en deporte pero suspenden las matemáticas. Introduzcamos ahora algunos conceptos y reflexiones que resultan de lo que se conoce actualmente como estudios sociales de la ciencia o política científica. Se trata básicamente del estudio de las políticas del desarrollo científico, la espina dorsal de las entidades financiadoras. Es muy interesante analizar la sustitución discurso colonial por el discurso de ayuda —tanto multilateral,

por ejemplo UNESCO, como bilateral, por ejemplo ORSTOM, el British Council y similares—. La naturaleza de las poblaciones en desventaja no cambió en menos de diez años. Las estrategias para mantenerlos como fieles consumidores tuvo que cambiar<sup>19</sup>. Pero no nos desviemos del objetivo principal de este artículo, que es la producción de conocimiento científico, en particular matemático.

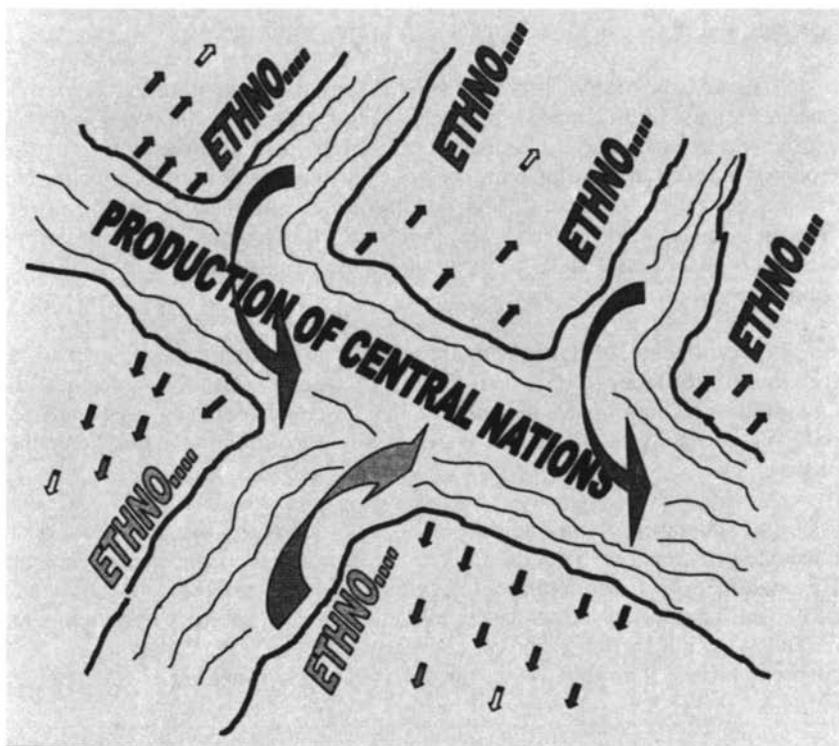
Cuando se deciden las inversiones en ciencia y tecnología, es natural esperar beneficios sociales. Estas inversiones han sido cuantiosas, tanto a través de entidades financiadoras, gubernamentales o no, como a través de otras organizaciones de ayuda, bilaterales o multilaterales. Los resultados en el llamado Tercer Mundo no han sido alentadores, como recientemente mencionó el Director General de la UNESCO. La brecha existente entre las naciones centrales y las naciones periféricas en la producción de conocimiento científico está aumentando. Más del 80% de los beneficios de la investigación científica y tecnológica son para el Primer Mundo. *La brecha entre los países ricos y los pobres es una brecha de conocimiento* como dice Federico Mayor<sup>20</sup>. Está claro que la productividad científica está relacionada con la atmósfera cultural y la autoestima. Pero la autoestima apenas si puede prevalecer entre una población privada de su historia.

En referencia a lo anteriormente tratado, el principal instrumento en el período colonial fue privar a los conquistados de su historia o presentar una historia *favorable* a los conquistadores. No hace falta insistir sobre la visión de la esclavitud transmitida por la historia oficial ni tampoco preguntar porqué Zumbi (1655-95) es prácticamente desconocido para los estudiantes brasileños mientras que el Cardenal Richelieu, y naturalmente D'Artagnan, son tan familiares.

Podemos considerar, tal y como es frecuente en debates sobre política y especialmente en las Naciones Unidas y otras organizaciones nacionales e internacionales, que la producción de conocimiento científico y tecnológico, particularmente matemático, es medible. La cientimetría dispone de varios indicadores y los estudios de historia cuantitativa nos permiten hablar de naciones centrales, aquellas que producen conocimiento nuevo, y naciones periféricas, aquellas que absorben conocimiento nuevo. La producción y absorción del conocimiento son claramente distinguibles. Lo penoso de la situación es que las naciones periféricas han sido lentas en la absorción del conocimiento. La falta de infraestructura actúa como una barrera en este proceso<sup>21</sup>. La metáfora de la cuenca del río nos ayuda a comprender el proceso. El dibujo habla por sí mismo. Los principales productores de conocimiento (naciones centrales) están representados por la corriente principal. El agua fertiliza sus orillas. Producirán su efecto en las márgenes de los afluentes

(naciones periféricas) mucho más tarde, cuando las aguas ya hayan fluído por el río (produciendo así la brecha u obsolescencia del conocimiento). El agua (conocimiento) no fluirá río arriba por los afluentes. El agua de los afluentes seguramente fertiliza sus orillas y contribuirá al volumen de agua de la corriente principal.

#### LA METAFORA DE LA CUENCA DEL RIO



Ésto se corresponde en esta metáfora con la fuga de cerebros y resultados. Esto se manifiesta en la clásica emigración de los académicos y, lo que es peor, en la orientación de los laboratorios e instituciones de investigación como subsidiario de sus homólogos principales en las naciones centrales<sup>22</sup>. Se ve claro en los esfuerzos realizados para atraer a las instituciones de investigación de las naciones periféricas a participar en grandes proyectos de investigación en biotecnología. La persuasión se realiza normalmente mediante el atractivo de enviar expertos, en muchos casos científicos con una gran reputación, a la periferia para visitas cortas, ofrecer becas, en muchos

casos con sueldos mayores que los salarios nacionales en curso, enviar material, en muchos casos obsoleto o ya muy usado, y ofrecer viajes internacionales a seminarios y congresos. Esto es cierto en el ambiente académico y, en las naciones periféricas más desarrolladas, en la industria. Particularmente en matemáticas, tenemos numerosos ejemplos de tales prácticas en el período de la postguerra. Es notable la presencia de dinero de los organismos de investigación de los Ejércitos de Tierra, Mar y Aire de los Estados Unidos, así como de NSF, CNRS, el British Council, DAAD y otras agencias, que siguen el modelo mencionado anteriormente.

Estos casos todavía no han sido estudiados con detalle. Tienen la característica común de producir recursos humanos y resultados sin ningún análisis de la capacidad de los países periféricos para absorber y hacer estos recursos y resultados útiles para sus necesidades prioritarias. Normalmente, éste es el resultado de una falta de directrices cualitativas en la política científica de las naciones periféricas. Prácticamente cada proyecto de desarrollo científico en la periferia es un programa basado íntegramente en objetivos cuantitativos.

Perversamente, el Banco Mundial, UNDP y otras entidades financiadoras fomentan, verdaderamente estimulan, proyectos basados en objetivos cuantitativos. Claramente, son más fáciles de controlar. Pero los beneficios para las poblaciones pobres de las naciones periféricas son prácticamente nulos.

En la metáfora de la cuenca del río, las fuentes de los ríos, tanto de la corriente principal como de los afluentes, se corresponden con el conocimiento etnomatemático. El conocimiento etnomatemático, al igual que las aguas, fluye fertilizando las orillas de los afluentes en su trayecto y eventualmente uniéndose a una corriente mayor, contribuyendo a este flujo. Las aguas de la corriente principal no suben río arriba a través de los afluentes.

La noción de progreso transportada por la corriente principal beneficiará las márgenes de los afluentes tras un largo trayecto a través de difíciles caminos por tierra —que se corresponden con la adquisición de conocimiento desde otras fuentes socio-culturales y ambientales—. Las necesidades de las márgenes —culturas periféricas— están cubiertas por el agua de los afluentes y solo después reciben los beneficios procedentes de la corriente principal. Estos son útiles únicamente en tierras fértiles.

Una alternativa a la corriente principal y los afluentes sería un gran lago, donde todas las fuentes contribuyeran equitativamente al volumen principal.

Cada fuente produciría de acuerdo con la historia de su entorno y todas las aguas del lago fertilizarían todas las orillas.

La erosión de la cuenca en favor de la creación de un gran lago —el deterioro de las categorías que hay en el mundo actualmente— desembocará, es de esperar, en un nuevo orden planetario.

### 1.7. *Notas finales*

La conquista y la colonización tuvieron como consecuencia una enorme influencia en el transcurso del desarrollo de la civilización. Los cronistas de la conquista hablan de formas totalmente diferentes de explicar el cosmos y la creación y de tratar con el entorno inmediato. Los sistemas religiosos, estructuras políticas, arquitectura y disposiciones urbanas, ciencias y valores morales fueron, en pocas décadas, suprimidos y reemplazados por los de los conquistadores. Algunos remanentes del comportamiento original de estas culturas fueron y todavía son proscritos y tratados como folklore. Pero ciertamente integran la memoria cultural de los pueblos descendientes de los conquistados. Muchos de esos comportamientos son fácilmente reconocidos en la vida cotidiana.

La matemática, como obra humana, no es diferente. Este un punto focal del programa de investigación conocido como etnomatemática, que trata sobre la generación, la organización social e intelectual, y la difusión de diferentes formas, estilos, modos (*tics*) de explicación, comprensión, aprendizaje, manejo y exploración más allá (*matema*) del entorno natural y socio-cultural inmediato (*etno*). Ésto resulta claramente de la exposición recíproca de diferentes culturas y la dinámica de este proceso es un problema mayor al que nos enfrentamos al estudiar la historia de las ideas en cada región de este mundo.

La conquista preparó el terreno a la colonización. En America, los primeros colonizadores, españoles y portugueses, prepararon el terreno a los colonizadores franceses, ingleses y alemanes y más adelante a los inmigrantes africanos, europeos y asiáticos. Con ellos llegaron nuevas formas de enfrentar el entorno, de desenvolverse en la vida cotidiana, y nuevos métodos de explicación y aprendizaje. El resultado fue la aparición de una síntesis de distintas formas de conocer y explicar que fue generada por y asequible a las distintas comunidades, los trabajadores y el pueblo. Reconocemos la aparición muy temprana de nuevas religiones y nuevos idiomas —los criollos— en América, de nuevas cocinas, nueva música y nuevas artes. Todas ellas están absolutamente interrelacionadas como una síntesis de las formas culturales de los antepasados.

La matemática, como forma cultural, no es distinta. La aparición de un comportamiento cultural nuevo, en particular un comportamiento matemático, es otro punto focal del programa de investigación conocido como etnomatemática.

Particularmente en América, la variedad y las singularidades de las exposiciones de culturas y la especificidad de las migraciones revelan un esfuerzo del colonizador para transferir, con adaptaciones menores, las formas de organización y administración social, económica y política vigentes en las metrópolis, incluyendo la enseñanza y la investigación (academias, universidades). Las nuevas instituciones en América se basaban en los estilos vigentes en las metrópolis, principalmente bajo la influencia, e incluso el control, de órdenes religiosas.

Todo ésto, que tuvo lugar durante gran parte de los siglos XVI, XVII y XVIII, sucedió mientras nuevas ideas filosóficas, nuevas ciencias, nuevos modos de producción y nuevos acuerdos políticos florecían en Europa. Los hechos culturales producidos en Europa fueron asimilados en América bajo condiciones específicas, mayormente precarias. De hecho América fue la consumidora de algunos de estos hechos culturales. Hay una clara coexistencia de bienes culturales, en particular de conocimiento, producido en América y en el extranjero. El primero, consumido principalmente por los estratos más bajos de la sociedad, el pueblo y los trabajadores, el segundo por las clases dominantes. Estos límites no están claramente definidos y la mutua influencia de la producción intelectual resultante es evidente.

Esto plantea la siguiente

**PREGUNTA BÁSICA:** ¿Cuáles son las relaciones existentes entre los productores y los consumidores de bienes culturales?

Esto guía mi propuesta de una historiografía de las matemáticas y de lo que he llamado *la metáfora de la cuenca del río*. Aunque ésta es una pregunta que afecta a las relaciones entre el mundo académico y la sociedad en general, a las relaciones entre las élites dirigentes y la población en su conjunto, es particularmente importante para comprender el papel de la intelectualidad en la era colonial. Así, la etnomatemática se convierte en un instrumento fundamental de análisis histórico<sup>23</sup>. Estas visiones deben mucho a la propuesta *Annales*.

Curiosamente, las historiografías vigentes no han prestado atención a los factores que influyen en el consumo de lo que podríamos llamar matemáticas académicas producidas en un entorno cultural extraño, ni a lo que los *ajenos* a

la profesión —es decir, los no matemáticos— tienen que decir sobre las matemáticas<sup>24</sup>. Mi propuesta incorpora a la historia de las matemáticas, de manera esencial, los puntos de vista de los ajenos, en ambos sentidos, sobre matemáticas. Esta visión más amplia, sugerida por una nueva corriente historiográfica, es objeto de severos ataques en lo que se ha llegado a conocer como *Science Wars*<sup>25</sup>.

## 2. Una visión de los desarrollos en Latinoamérica

### 2.1. Especificidad de América

Las últimas investigaciones hacen remontar las culturas precolombinas a 40.000 años. Es fácil reconocer que la búsqueda de explicaciones (religiones, artes y ciencias), escalas de valores y estilos de comportamiento (vida en común y social), lo psicoemocional y el imaginario y los modelos de producción y de propiedad se desarrollaron de un modo completamente diferente en estas culturas. Aunque hay pruebas de que existieron contactos tempranos con Europa, Asia y Africa, nada indica la existencia de influencias mutuas entre el llamado Viejo Mundo y el Nuevo Mundo.

Esta sección trata sobre América. Para esta región necesitamos una cronología específica. La cronología adoptada en las historiografías de la ciencia actuales, en particular de las matemáticas, no se adecúa a esta región. Naturalmente, si no consideramos los aspectos culturales del desarrollo matemático, haciendo una historia estrictamente internalista, la cronología usual es aceptable. Pero si consideramos las matemáticas como un esfuerzo cultural, tenemos que aceptar lo que podríamos llamar una cronología *situada*.

Mi propuesta es una cronología basada en cinco grandes períodos:

1. Pre-colombino;
2. La conquista y los primeros tiempos coloniales (aproximadamente los siglos XVI y XVII);
3. Las colonias establecidas (siglo XVIII);
4. Los países independientes (siglo XIX);
5. El siglo XX.

Además, las divisiones geográficas son muy importantes. Para el período precolombino, se dispone de fuentes sobre todo para las civilizaciones azteca, maya e inca. Es necesario un concepto ampliado de fuentes, principalmente trazado por los antropólogos, para investigar otras civilizaciones, como por ejemplo, las de la llanura y la cuenca del Amazonas. Divisiones mucho mas

finas, teniendo en cuenta especificaciones tanto políticas como culturales, son necesarias para realizar un estudio especial de las matemáticas precolombianas. Una situación similar se produce con el estudio de las culturas africanas tradicionales.

Para el período posterior a la conquista de América, lo más apropiado es seguir las organización administrativa de los Virreinos: Nueva España (aproximadamente lo que es hoy México y la zona superior de América Central), Nueva Granada (el sur de América Central, aproximadamente Costa Rica, Colombia, Venezuela, Ecuador), Perú (aproximadamente Perú y Bolivia), La Plata (aproximadamente lo que es ahora Chile, Paraguay, Argentina y Uruguay) y el Virreinato de Brasil, que fue una conquista portuguesa. Desde la independencia se tiene básicamente la división política actual.

En lo que sigue, los períodos históricos están definidos de acuerdo con la cronología general asociada a la conquista y colonización de América. Desde los movimientos independentistas de finales del siglo XVIII y principios del XIX hasta la actualidad el mapa cultural es aproximadamente el mismo.

## ***2.2. Historia de las matemáticas precolombinas***

No trataré los desarrollos de este período, pero algunas notas son necesarias<sup>26</sup>.

La imposición de la cultura del conquistador obviamente dependía de la cultura del conquistado. Pero nuestro conocimiento sobre el período precolombino es todavía muy incompleto. Los regímenes coloniales realizaron un claro esfuerzo para ignorar o eliminar cualquier sentido de la historia o cualquier logro histórico de las culturas nativas. Hoy nos enfrentamos a la difícil tarea de reconstruir las historias de esas culturas, tanto examinando la cronología de los hechos como entendiendo las importantes corrientes migratorias que determinaron sus desarrollos. Naturalmente, ésto nos lleva a investigar en la historia de las matemáticas del período precolombino.

Esta investigación depende fuertemente de una nueva lectura de los cronistas que describieron las estelas mayas, informaron sobre los quipus peruanos, describieron la vida cotidiana azteca y de hecho informaron sobre cada aspecto de los pueblos conquistados. Pero estas visiones son parciales y, comprensiblemente, ni identificaron ni tan apenas reconocieron ninguna forma de conocimiento matemático en esas culturas. Hay muchas referencias sobre este período.

Una fuente importante es el primer libro no religioso publicado en América, que es un libro de aritmética relacionada con la minería, el *Sumario compendioso de las quantas de plata y oro que en los reinos del Pirú son necessarias a los mercaderes y todo genero de tratantes. Con algunas reglas tocantes al arithmética*, de Juan Diaz Freyle, impreso en Nueva España en 1556. Es un libro de aritmética tal y como la practicaban los nativos, al cual el autor ha añadido algunas cuestiones sobre la resolución de ecuaciones de segundo grado.

Un cronista general básico es Bernabé Cobo, que publicó *Historia del Nuevo Mundo* en 1653 [Atlas, Madrid, 1964]. Y todavía permanecen inexplorados los archivos de los misioneros jesuitas, así como los de otras órdenes religiosas, que indudablemente contienen abundante material histórico. Un estudio importante de las matemáticas precolombinas es el libro *Native American Mathematics* [ed. Michael Closs, University of Texas Press, Austin, 1986].

### 2.3. La conquista y los primeros tiempos coloniales

México en sí tiene una historia colonial muy rica. Va más allá del alcance de esta sección tratar sobre la historia de las matemáticas en el Virreinato de Nueva España. Sólo son necesarias referencias y algunas notas para comprender los desarrollos que se dieron en América Central y del Sur, que en muchos casos dependían de la posición importante y estratégica de México en el Nuevo Mundo.

En los primeros tiempos coloniales, los españoles y los portugueses trataron de establecer escuelas, la mayoría a cargo de órdenes religiosas católicas. La demanda de matemáticas en esas escuelas fue, esencialmente para fines económicos relativos al comercio, pero también existió un interés por las matemáticas relacionado con las observaciones astronómicas. La confianza en el conocimiento indígena fue limitada, pero existió cierto interés por la naturaleza del conocimiento nativo.

Alrededor del primer siglo tras la conquista existen varios libros prácticos publicados en México, como por ejemplo el *Arte menor de arithmética*, de Pedro de Paz (1623), y el *Arte menor de arithmetica y modo de formar campos*, de Atanasio Reaton (1649). También debe ser mencionado el libro *Nuevas proposiciones geométricas*, escrito por Juan de Porres Osorio en México.

La astronomía fue un gran área de interés en Latinoamérica durante el siglo XVII. Hay debates importantes acerca del significado de los cometas.

Muchas de las interpretaciones están relacionadas con su propósito de transmitir mensajes divinos y mensajes a la humanidad. En otras palabras, se buscaban explicaciones científicas. Se conocen varios intercambios polémicos de cartas y documentos de esta época con argumentos epistemológicos importantes. Sobresale la figura de Don Carlos de Sigüenza y Góngora, de México. Sus trabajos se centran en observaciones y cálculos astronómicos. Su libro más importante, uno de los trabajos más destacados de la ciencia latinoamericana, es *Libra astronómica y filosófica*, escrito en 1690. En él, Sigüenza y Góngora impugna los argumentos astrológicos entonces vigentes sobre los cometas.

En Brasil la investigación sobre los cometas fue de gran importancia. Podemos observar la misma tónica de las reflexiones de Sigüenza y Góngora en el trabajo de Valentin Stancel (1621-1705), un matemático jesuita de Praga que vivió en Brasil desde 1663 hasta su muerte. Sus mediciones astronómicas son mencionadas en los *Principia* de Newton. Una polémica que incluye a otro jesuita, Antonio Vieira (1608-97), revela lo importantes que fueron los debates sobre la naturaleza de los cometas en la construcción de las ideas científicas modernas.

También en el Virreinato de Perú tenemos las mismas preocupaciones. El primer matemático reconocido como tal en Perú fue Francisco Ruiz Lozano (1607-77), que escribió el *Tratado de los cometas*, esencialmente un tratado de matemáticas medievales explicando el fenómeno.

#### 2.4. *Las colonias establecidas*

En los últimos tiempos coloniales, hasta la mitad del siglo XVIII, un buen número de expatriados y *criollos* jugaron un papel importante en la creación de una atmósfera científica en las colonias. Ésto ocurrió bajo la influencia de la *Ilustración*, el importante renacimiento intelectual que comenzó en España bajo el reinado de Carlos III y en Portugal bajo el reinado de José I y su primer ministro, el Marqués de Pombal<sup>27</sup>.

Un número de intelectuales bien instruidos en una variedad de áreas de conocimiento fueron los protagonistas de la introducción de las matemáticas en las colonias. Entre ellos se encuentran Juan Alsina y Pedro Cerviño en Buenos Aires, que enseñaron cálculo infinitesimal, mecánica y trigonometría. En Perú, Cosme Bueno (1711-98), Gabriel Moreno (1735-1809) y Joaquín Gregorio Paredes (1778-1839) son los más conocidos. En Brasil, José Fernandes Pinto Alpoim (1695-1765) escribió dos libros, *Exame de Artilheiros* (1744) y *Exame de Bombeiros* (1748), ambos centrados en lo que

podemos llamar matemáticas militares, y ambos fueron escritos en forma de preguntas y respuestas.

Entre los sudamericanos de la preindependencia una figura bastante distinguida es José Celestino Mutis (1732-1808), que no sólo fue el autor de una traducción inédita de Newton, sino también el introductor de las matemáticas modernas en Colombia, basándose principalmente en los libros de Christian Wolff. El fue el fundador del Observatorio de Bogotá, en 1803. Su discípulo más distinguido, Francisco José Caldas (1771-1816), se convirtió en el director del Observatorio. Caldas estuvo profundamente implicado en la Guerra de Independencia y fue fusilado por los españoles.

En Chile, la Universidad Real de San Felipe, que fue inaugurada en 1747 en Santiago, fue provista de una *cátedra* de Matemáticas. Fray Ignacio León de Garavito, un matemático *criollo* autodidacta, fue el responsable de esta cátedra.

De nuevo tenemos que mencionar a México, donde tuvieron lugar los desarrollos más importantes de las matemáticas en Latinoamérica durante esta época. En la primera mitad del siglo XVIII se utilizaron en México muchos libros de texto de geometría, aritmética y astronomía. No fueron importantes en el sentido de que fueron trabajos en su mayor parte menores. Pero en la segunda mitad del siglo reconocemos algunas contribuciones importantes. Son dignas de atención, en particular, las *Lecciones matemáticas* de José Ignacio Bartolache, publicado en 1769. En 1772, un anónimo construyó una *rueda de calcular* capaz de realizar las cuatro operaciones básicas con números de hasta  $10^8$  dígitos. Es notable el desarrollo de un tipo especial de matemática aplicada, fomentado por la complejidad de los problemas relacionados con el agua y la minería. Ambos constituyen los problemas más importantes en el desarrollo tecnológico del país. La *geometría subterránea* se convirtió en un tema principal de la ciencia mexicana. Particularmente importantes fueron los esfuerzos de urbanización en todas las colonias<sup>28</sup>. El libro *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, de Francisco Javier Gamboa, publicado en 1761, es el más representativo de estos desarrollos.

Volvamos ahora a la región cubierta en este artículo. En Guatemala, que incluía Costa Rica, el erudito más conocido es José Antonio Liendo y Goicoechea (1735-1814). Enseñó en la Universidad de San Carlos de Guatemala, que se convirtió en un centro académico muy importante con el plan de estudios de 1785. Este plan fue escrito en latín en forma de 25 tesis, bajo el título *Temas de Filosofía Racional y de Filosofía Mecánica de los sentidos, de acuerdo con los usos de la Física; y de otros tópicos físico-teológicos según el pensamiento de los modernos para ser defendidos en esta Real y Pontificia Academia Guatemalteca de San Carlos...* Fue esencialmente

un proyecto medieval. Goicoechea fue quien modernizó este plan de estudios, incorporando al proyecto la física experimental. Introdujo las matemáticas modernas basándose en los textos de Christian Wolff.

### 2.5. Países independientes

La independencia de los Virreinos de Nueva España, Nueva Granada, Perú, La Plata y Brasil fue lograda en el primer cuarto del siglo XIX. El proceso de modernización de los países recientemente independizados no cambió la actitud vigente hacia las matemáticas.

La división política de los países tras su independencia es prácticamente la misma que en la actualidad. La independencia de Guatemala, en 1821, disminuyó la influencia de México en América Central y América del Sur. El establecimiento de una universidad nueva y la renovación de las antiguas, inmediatamente antes y después de la independencia, generó actitudes abiertas con respecto a las fuentes de conocimiento sobre las que construir los países recientemente establecidos en Latinoamérica. Los nuevos países, anteriormente limitados a una exclusividad de influencias procedentes de España y Portugal, atrajeron la atención del resto de Europa, y varias expediciones científicas fueron enviadas a Sudamérica. Tuvieron una gran influencia en la creación de nuevos climas intelectuales en toda la región. Esta nueva fuente de interés intelectual se percibe fuertemente en la creación de numerosas y diversificadas bibliotecas, tanto públicas como privadas, y en la adquisición de literatura moderna. La influencia de Auguste Comte hacia finales de siglo fue muy importante y, aunque impregnada por las demandas de las élites políticas de construcción de la estructura ideológica de los nuevos países, influyó en un desarrollo considerable de las matemáticas y de las ciencias en general<sup>29</sup>.

En Costa Rica, las autoridades coloniales fundaron la Casa de Enseñanza de Santo Tomás en 1814, en la que el profesor más influyente fue Rafael Francisco Osejo, nacido en 1780. Escribió en 1830 *Lecciones de aritmética*, en forma de preguntas y respuestas, una característica común en ese período, como se ha hecho referencia anteriormente al mencionar a Alpoim en Brasil. En 1843 la Casa de Enseñanza se convirtió en la Universidad de Santo Tomás, donde se establecieron carreras de ingeniería, pero no de matemáticas.

Colombia atrajo pronto matemáticos extranjeros. El francés Bergeron introdujo la geometría descriptiva en el país. El italiano Agustín Codazzi (1793-1859) influyó en la creación del Colegio Militar. Lino Pombo (1797-1862) fue particularmente influyente en la fundación de la Academia de Matemáticas de Venezuela. Escribió un curso completo de matemáticas.

En Brasil, el traslado de la familia real de Portugal para escapar de la invasión de Napoleón, en 1808, fue decisivo y cambió la vida cultural en la colonia. La corte portuguesa se asentó en Río de Janeiro, donde tuvo que crear una infraestructura para gobernar, desde una ciudad colonial, para gobernar el Reino de Portugal. Fundaron una gran biblioteca y la *Escola Militar* (academia militar), la primera institución de estudios superiores en la colonia. Ambas influyeron en el desarrollo de las matemáticas en Brasil. En la academia se estableció un doctorado en matemáticas y se presentaron y defendieron varias tesis<sup>30</sup>. La traducción de los libros de texto de Lacroix, Legendre y otros, fue bastante importante en la generación de lo que podemos llamar un estilo matemático en Brasil.

Particularmente interesante es el caso de Joaquim Gomes de Souza (1829-63), conocido como *Souzinha*, el primer matemático brasileño con una visión europea. Presentó sus resultados en la Académie des Sciences de París y en la Royal Society. Los artículos, poco conocidos<sup>31</sup>, fueron publicados con carácter póstumo como *Mélanges du Calcul Intégral*, por Brockhaus (Leipzig, 1889). Este trabajo, que trata principalmente sobre ecuaciones en derivadas parciales, está saturado de notas históricas y filosóficas muy interesantes, revelando el acceso a la literatura más importante. Posiblemente esto fue debido a la existencia de colecciones privadas importantes en Maranhão, su provincia natal en el nordeste. El conocimiento de estas bibliotecas es todavía un campo de investigación abierto.

Argentina, independiente desde 1816, tuvo un progreso intelectual notable. En 1822 se fundó la efímera *Sociedad de Ciencias Físicas y Naturales*<sup>32</sup>. Pronto vemos la aparición de bibliotecas privadas en Buenos Aires. Particularmente importante es la biblioteca privada de Bernardino Speluzzi (1835-98), que incluía los principales trabajos de Newton, D'Alembert, Euler, Laplace, Carnot y otros clásicos modernos. Valentin Balbin (1851-1901), siendo Rector del National College de Buenos Aires, propuso en 1896 un nuevo plan de estudios que incluía la historia de las matemáticas como disciplina diferenciada. Este es probablemente el primer interés formal en historia de las matemáticas en América del Sur, que con el paso del tiempo derivó en una importante escuela de historia de la ciencia en Argentina.

En Perú cabe destacar un desarrollo en estadística, comenzando con el libro *Ensayo de estadística completa de los ramos económico-políticos de la provincia de Azángaro...* de José Domingos Choquechuanca (1789-1858), publicado en 1833.

En Chile, la Universidad de Chile fue creada en 1842, con una Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Entre los miembros más distinguidos de la

Facultad figura Ramón Picarte, un abogado que escribió el artículo *La división reducida a una adición*, aceptado y publicado en 1859 por la Académie des Sciences de París<sup>33</sup>. Se le da mucho énfasis a la formación pedagógica. Un acuerdo con el gobierno alemán proporcionó el soporte pedagógico para reformar la educación en el país. Quince matemáticos alemanes, la mayoría doctores, emigraron a Chile en 1889. De nuevo, éste es un campo de investigación todavía inexplorado.

## 2.6. El siglo XX

Los desarrollos de principios del siglo XX son todavía un campo de investigación prácticamente abierto. Hay una necesidad enorme de identificar los documentos y sobre todo de conservar las fuentes existentes en los países y principalmente en los estados y las provincias.

Cuando examinamos el escenario al final del siglo, vemos un esfuerzo importante de Alemania para establecer áreas de influencia en la parte meridional de América del Sur. Lo que Lewis Pyenson llamó el imperialismo cultural alemán queda claramente ilustrado al examinar el desarrollo de las llamadas ciencias exactas en Argentina, al igual que en Chile. Un paso mayor para consolidar esta influencia fue el esfuerzo realizado en el desarrollo del Observatorio Astronómico de La Plata. Richard Gans (1890-1954), un físico que emigró a Argentina en 1912, fue muy influyente en el desarrollo de la ciencia argentina<sup>34</sup>.

En 1917 el matemático español Julio Rey Pastor (1888-1962) visitó Argentina y pocos años después decidió quedarse. Realmente permaneció en Argentina la mayor parte de su vida, aunque con frecuentes regresos y mucha influencia en España. Además de realizar contribuciones importantes a las matemáticas, principalmente a la geometría proyectiva, Rey Pastor es esencialmente notable por sus contribuciones a la historia de las matemáticas, especialmente sobre matemáticas ibéricas en el siglo XVI. Rey Pastor también trazó nuevas direcciones en la historiografía prestando especial atención a las realizaciones matemáticas que hicieron posible la gran era de la navegación. Un ejemplo de su contribución es *La Ciencia y la Técnica en el Descubrimiento de América* [Buenos Aires, Espasa-Calpe Argentina S.A., 1942].

Un discípulo de Rey Pastor en Argentina, José Babini (1897-1983), llegó a ser uno de los más distinguidos historiadores de la ciencia y de las matemáticas en América Latina. Su carrera profesional como impulsor personal de las matemáticas en Argentina es significativa. Fue uno de los fundadores de la *Unión Matemática Argentina* y en 1920 llegó a ser profesor

en la Universidad Nacional del Litoral. Además de escribir numerosos libros y artículos en publicaciones no especializadas, Babini contribuyó considerablemente a las investigaciones sobre las contribuciones de los judíos medievales a las matemáticas. Su trabajo más importante fue sin duda el libro que escribió junto con Julio Rey Pastor, *Historia de la Matemática* [Buenos Aires, Espasa-Calpe Argentina S.A., 1951], que puede ser considerado uno de los mejores libros internalistas de historia de las matemáticas de mediados de este siglo. Desafortunadamente, todavía no ha sido traducido a otros idiomas. Todavía más lamentable es el hecho de que no haya sido reeditado, de manera que no está disponible para los estudiantes españoles y portugueses.

En la década de los 30 algunos matemáticos europeos emigraron a Argentina, entre ellos el distinguido matemático italiano Beppo Levi (1875-1961), que estableció un importante centro de investigación en Rosario y fundó un periódico influyente, *Mathematica Notae*. Bien conocido por su teorema sobre teoría de la integral, Beppo Levi dedicó buena parte de sus investigaciones a la historia de las matemáticas. En particular debe ser mencionado su libro *Leyendo a Euclides* [Rosario, Editorial Rosario S.A., 1947], un análisis crítico sobre la organización general de los *Elementos*.

Uno de los matemáticos más importantes e influyentes en Latinoamérica fue un discípulo de Rey Pastor, Luis Alberto Santaló. Nacido en 1911, este matemático español estudió con W. Blaschke en Alemania y tenía ya presencia internacional cuando emigró a Argentina durante la Guerra Civil española. Santaló fue reconocido en el mundo entero como uno de los fundadores de la geometría integral moderna y llegó a ser uno de los académicos más influyentes en matemáticas, educación matemática e historia de las matemáticas en toda Latinoamérica. Además de sus importantes contribuciones a la geometría integral, Santaló tiene contribuciones importantes en la historia de las probabilidades geométricas y ha publicado importantes estudios sobre Buffon.

En la vecina Uruguay se estableció una importante tradición de investigación matemática a principios del siglo XX. Un representante de este movimiento, particularmente dedicado a la historia de las matemáticas, fue Eduardo García de Zuñiga (1867-1951). García de Zuñiga logró la creación de una gran biblioteca en historia de las matemáticas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, en Montevideo. Su investigación fue principalmente sobre matemáticas griegas y sus obras completas han sido publicadas como *Lecciones de Historia de las Matemáticas* [ed. Mario H. Otero, Montevideo, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, 1992]. A mediados de siglo Rafael Laguardia y José Luis Massera fueron creadores de uno de los más distinguidos grupos de investigación en teoría de

la estabilidad de las ecuaciones diferenciales en el Instituto de Matemática y Estadística de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, en Montevideo. Este grupo de investigación, conocido en el mundo, atrajo a jóvenes matemáticos de toda Latinoamérica y del extranjero. La dictadura militar establecida en Uruguay en 1971 vio en la explícita posición política de José Luis Massera y Rafael Laguardia una razón para cerrar la excelente biblioteca matemática de la universidad e interrumpir todas las investigaciones matemáticas del país. Por supuesto, los matemáticos uruguayos se fueron a varios países donde tuvieron mucha influencia. Massera pasó todo el período del régimen militar en la cárcel y después abandonó la investigación matemática para seguir una carrera política y Rafael Laguardia murió en Montevideo durante la represión política. Más que ningún otro país bajo una dictadura militar en Sudamérica en la década de los 60, Uruguay es el ejemplo de cómo una floreciente escuela de investigación matemática puede ser interrumpida por una decisión gubernamental.

En Brasil, la proclamación de la República en 1889 reforzó la influencia del positivismo. La Escola Militar, transformada en Escuela Politécnica, concedió 25 doctorados en matemáticas, la mayoría de ellos bajo influencia comtiana<sup>35</sup>. A principios de siglo varios jóvenes matemáticos estaban absorbiendo los progresos más recientes de Europa. Entre ellos Otto de Alencar, Manuel Amoroso Costa, Teodoro Augusto Ramos y Lelio I. Gama. En 1916 fue fundada la Academia Brasileira de Ciências. Con la inauguración de la Universidade de São Paulo en 1934, la primera universidad puesta en marcha en Brasil, podemos ver una nueva dirección en las matemáticas. Podríamos decir que éste es el principio de la investigación sistemática en matemáticas en Brasil. Luigi Fantapiè y Giacomo Albanese, distinguidos matemáticos italianos contratados por la Universidad de São Paulo en las áreas de análisis funcional y geometría algebraica respectivamente, fueron los que iniciaron una importante escuela de investigación en São Paulo.

### ***2.7. Desarrollos contemporáneos: tras el final de la Segunda Guerra Mundial***

Es imposible, en un artículo, dar cuenta de todos los desarrollos matemáticos importantes que han tenido lugar en América Central y Sudamérica. Algunos individuos muy importantes, instituciones y acontecimientos no son mencionados. Esto no indica un juicio sobre la importancia académica. He elegido algunos acontecimientos y nombres que considero que son un buen punto de partida para futuras investigaciones.

Después de la Segunda Guerra Mundial varios matemáticos europeos emigraron a Latinoamérica. Particularmente importante es la presencia de

Antonio Aniceto Monteiro, de Portugal, en Río de Janeiro y en Bahía Blanca, Argentina.

Cabe destacar un interés cultural y económico sin precedentes de los Estados Unidos de América por la América del Sur después de la Segunda Guerra Mundial. En particular, ésto dio como resultado una creciente influencia de los Estados Unidos en el desarrollo de las matemáticas en América Latina. Antes de la Segunda Guerra Mundial, Europa era el punto neurálgico tanto para los visitantes como para los latinoamericanos que iban a estudiar al extranjero. Se aprecia un gran número de matemáticos europeos en Latinoamérica después de la Segunda Guerra Mundial, algunos buscando empleo y otros como parte de los esfuerzos de antiguas potencias coloniales, específicamente Francia e Inglaterra, por mantener su presencia cultural en lo que se dió en llamar Tercer Mundo. Organizaciones tales como el British Council, ORSTOM y la *Coopération française* fueron instrumentos de estos esfuerzos. La UNESCO también jugó un papel importante en el mantenimiento de estos esfuerzos postcoloniales.

El crecimiento de la influencia americana es evidente. La Organización de los Estados Americanos fue un instrumento favorecedor de dicha influencia americana y de los intercambios. Los Estados Unidos se convirtieron en el principal destino de una generación de jóvenes estudiantes que hicieron sus doctorados en el extranjero. La creación de la National Science Foundation estableció el modelo que pronto seguirían prácticamente todos los países latinoamericanos a través de CONICYTs, CONACYTs y similares. También es notable el esfuerzo de la AAAS para cooperar con organizaciones homólogas en Latinoamérica.

En la década de los 50 existía una visión del estado de las matemáticas en Latinoamérica en conjunto. El Centro de Cooperación Científica de la UNESCO para América Latina convocó un importante encuentro en Montevideo, Uruguay, en 1951, para informar sobre las investigaciones matemáticas que se llevaban a cabo en la región. Éste fue el *Simposium sobre Algunos problemas matemáticos que se están estudiando en Latino America*.

Las actas —muy incompletas— del Simposio dan una idea de algunas de las áreas que merecían interés en Latinoamérica. Se informa allí del trabajo de Leopoldo Nachbin, de la Universidad de Brasil, que entonces estaba realizando investigación avanzada sobre el teorema de Stone-Weierstrass y creando las bases para una gran escuela de holomorfía y teoría de la aproximación en Brasil; de los avances en geometría integral de Luis Santaló, uno de los investigadores más destacados en este área, en la Facultad de Ciencias de La Plata, Argentina; de la presencia de Francis D. Murnangham en Brasil con el

propósito de formar un grupo de investigación de matemática aplicada moderna y teoría matricial en el Instituto Tecnológico de Aeronáutica, una institución modelo de tecnología avanzada patrocinada por las Fuerzas Armadas Brasileñas y modelada académicamente sobre el MIT, en São José dos Campos, Brasil; de Mischa Cotlar, que estaba realizando en la Facultad de Ciencias de Buenos Aires un trabajo importante sobre teoría ergódica en colaboración con R. Ricabarra; de Mario O. González, de la Universidad de La Habana, trabajando en ecuaciones diferenciales; de Alberto González Domínguez, de la Facultad de Ciencias de Buenos Aires, trabajando en distribuciones y funciones analíticas; de Carlos Graeff Fernández, de la Universidad de México, trabajando en teoría de la gravitación de Birkhoff; de Godofredo García, de la Facultad de Matemáticas de Lima, trabajando en relatividad general; de Rafael Laguardia, del Instituto de Matemática y Estadística de la Facultad de Ingeniería de Montevideo, trabajando en transformadas de Laplace.

También se informa de la presencia de Wilhelm Damköhler, un especialista alemán en cálculo de variaciones que emigró a la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, y posteriormente fue a la Universidad de Potosí, Bolivia; de Peter Thullen, de la oficina OIT en Paraguay, trabajando en varias variables complejas; de Kurt Fraenz, de la Facultad de Ciencias de Buenos Aires, trabajando en teoría matemática de circuitos eléctricos. Algunos visitantes que estaban dando conferencias en Sudamérica también participaron en el Simposio, entre ellos Paul Halmos, de EE.UU.

Ponentes invitados fueron Augustin Durañona y Vedia, de la Facultad de Ciencias de La Plata; Roberto Frucht, de la Facultad de Matemáticas y Física de Santa María, Chile; Pedro Pi Calleja, de la Facultad de Ciencias de La Plata; Cesario Villegas Mañé, de la Facultad de Ingeniería de Montevideo.

Esta *lluvia de nombres* no debería ser considerada como un informe de lo que estaba sucediendo en Sudamérica en 1950. Muchos más individuos estaban activos en matemáticas. Pero cada uno de los matemáticos asistentes al Simposio merece un estudio de su vida, su obra y su influencia en los respectivos países. Este debería ser un tema prioritario de investigación en la historia de las matemáticas en Latinoamérica.

Un importante, aunque muy incompleto, informe sobre la investigación en matemáticas que se estaba realizando en Latinoamérica fue dado por Julio Rey Pastor en el artículo *La matemática moderna en Latino América*, que apareció en el *Segundo Simposium sobre Algunos problemas matemáticos que se están estudiando en Latino América* [Villavicencio-Mendoza, 21-25 Julio 1954, UNESCO, Montevideo, pp. 9-20].

Una buena percepción de los progresos en matemáticas en Latinoamérica puede obtenerse del estudio de los *Colóquios Brasileiros de Matemática*, celebrados cada dos años y que comenzaron en 1957 en Brasil, organizados por el distinguido Instituto de Matemática Pura e Aplicada/IMPA, de Río de Janeiro, de la ELAM (Escuela Latinoamericana de Matemáticas), celebrados en distintos países; también de la mayor presencia latinoamericana en los Congresos Internacionales de Matemáticos y otros encuentros internacionales. Sería extremadamente útil tener un repertorio de todo lo publicado en matemáticas por latinoamericanos.

Aunque el Simposio organizado por la UNESCO fue un intento de tener una imagen de lo que estaba sucediendo en investigación matemática en América Latina, numerosos matemáticos bastante activos en varios países de la región no fueron invitados al mismo. Examinando el *Mathematical Reviews* deberíamos ser capaces de determinar cuan representativo era este grupo de invitados y de identificar a otros matemáticos activos que no fueron invitados. Sería muy interesante preguntarse porqué los citados anteriormente fueron invitados mientras que otros matemáticos activos, con una cualificación similar, no lo fueron.

¿Cuáles fueron las fuerzas y los intereses existentes tras de las invitaciones? En otras palabras, ¿cuánta política había tras las invitaciones? Estas y otras cuestiones son suficientes para alimentar considerablemente la investigación en historia de las matemáticas contemporáneas en Latinoamérica.

Analizar la historia contemporánea es una difícil tarea, pues tenemos que hacer referencia a procesos todavía en curso y corremos el riesgo de tropezar con sensibilidades personales y políticas. Varios académicos estaban activos en el período en el que los regímenes militares tomaron el control de los gobiernos de los países que estaban demostrando mayor vitalidad en la investigación matemática en Sudamérica. Los golpes militares, que ocurrieron secuencialmente en los cuatro países que eran más activos en la investigación matemática —Brasil 1964, Argentina 1966, Uruguay 1971, Chile 1973—, dieron lugar a un importante flujo migratorio de matemáticos, de hecho científicos de todas las áreas, entre estos países. Estos movimientos pronto se dirigieron a los pocos países latinoamericanos que fueron capaces de mantener regímenes democráticos, en particular a México y Venezuela. Tras la redemocratización de Argentina (1983), Brasil (1984), Uruguay (1984) y Chile (1989), algunos científicos regresaron y reclamaron sus puestos. Otros fueron capaces de mantener sus puestos durante los regímenes militares. Y mantuvieron estos puestos tras la democratización. La línea divisoria entre los oponentes y los simpatizantes e incluso colaboradores de los regímenes

militares es muy difícil de dibujar. Obviamente, los conflictos personales todavía están latentes.

Un Simposio Internacional sobre *La Migración de Científicos en los Países del Cono Sur: determinaciones económicas y políticas*, fue convocado por la FEPAI (Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino), en julio de 1986. Las intervenciones y los debates revelaron heridas abiertas que quedan del período de la dictadura militar. Aunque sea desagradable y doloroso, es importante investigar este período y sus consecuencias mientras algunos de los protagonistas estén vivos. Yo considero esto como un proyecto de investigación importante y necesario.

### ***2.8. Interés creciente en la educación matemática y en la historia de las matemáticas***

Un área de investigación que está creciendo rápidamente en Latinoamérica es la educación matemática. Hasta el final de la Segunda Guerra Mundial no existía prácticamente coordinación y ni siquiera intercambio sobre los progresos y dificultades existentes en la enseñanza de las matemáticas en los distintos niveles de educación. Un vínculo entre todos los sistemas educativos surgió como resultado de la influencia de la época colonial y del uso de los idiomas coloniales. Así, el bloque entero de países de habla hispana mostraría semejanzas y Brasil una ligera diferencia. Este fue un factor positivo de aproximación, aunque por otro lado dificultó los progresos propuestos en los países de habla inglesa.

En la década de los 50 se realizó un intento de aproximación y la influencia de varias olas del movimiento de las matemáticas modernas fue indiscutible. Un paso decisivo fue la creación del Comité Interamericano de Educación Matemática (IACME/CIAEM) por iniciativa de Marshall H. Stone (1903-89). Los comités, además del estudio y la investigación, promueven las Conferencias Interamericanas de Educación Matemática, que tienen lugar cada cuatro años<sup>36</sup>.

Los contactos internacionales de educadores matemáticos latinoamericanos y colegas de diferentes partes del mundo se intensificaron durante lo que se conoce como movimiento de las matemáticas modernas<sup>37</sup>.

Aunque se puede detectar algún interés por la historia de las matemáticas desde la época colonial, en las últimas décadas se ha convertido en un área creciente de interés académico en toda Sudamérica. La fundación de la *Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, en 1983, estimuló la organización de sociedades nacionales dedicadas a la historia de la

ciencia, que incluyen secciones de historia de las matemáticas. Jóvenes matemáticos han obtenido recientemente doctorados en historia de las matemáticas tanto en Europa como en Norteamérica, lo cual es un signo prometedor de madurez y continua profesionalización de la materia por toda Latinoamérica. Entre las áreas de investigación observamos tanto las matemáticas europeas como los desarrollos latinoamericanos en las ciencias matemáticas. Es visible un interés creciente por las matemáticas contemporáneas en Latinoamérica.

## 2.9. Referencias adicionales para Latinoamérica

He tratado dar un informe global, aunque muy incompleto, acerca de un vasto tema. México ha avanzado mucho en el área de investigación de las matemáticas latinoamericanas. En América Central y Sudamérica el campo es incipiente. Prácticamente todos los nombres mencionados en este artículo, y otros, están abiertos a la investigación. Algunos resultados de investigación son muy parciales y dispersos. El proyecto de una *Enciclopedia de las Ciencias y las Técnicas Iberoamericanas*, propuesto por Mariano Hormigón, reunirá ciertamente más información sobre América Central y Sudamérica.

Además de las referencias en las notas a pie de página, sugiero:

ARBOLEDA, Luis Carlos (1985) "Dificultades estructurales de la profesionalización de las matemáticas en Colombia". En: José Luiz Peset (ed.) *La Ciencia Moderna y el Nuevo Mundo*. Madrid, CSIC/SLAHCT, pp. 27-38.

AZEVEDO, Fernando de (Org.) (1994) *As Ciências no Brasil*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ [ed. original 1955].

BABINI, José (1992) *Páginas para una Autobiografía*. Prólogo y notas de Nicolás Babini. Buenos Aires, Asociación Biblioteca José Babini/Ediciones Letra Buena.

D'AMBROSIO, Urbiratán (1994) "O Seminário Matemático e Físico da Universidade de São Paulo. Uma Tentativa de Institucionalização na Década de Trinta". *Temas e Debates*, 7(4), 20-27.

GONZALEZ ORELLANA, Carlos (1985) *Historia de la Educación en Guatemala*. Guatemala, Editorial Universitaria.

ORELLANA C., Mauricio (1991) *Resumen de las Clases del Curso de Historia de la Matemática en América Latina y Venezuela*. Caracas, Universidad Pedagógica Experimental Libertador (mimeografiado).

RAMOS, Gerardo (s/d) "El desarrollo de la Matemática en el Perú". En: Ernesto Yepes (ed.), *Algunos aportes para el estudio de la historia de la ciencia en el Perú*. Lima, CONCYTEC, pp. 15-19.

SANTALO, Luis A. (1970) "La Matemática en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires en el período 1865-1930". *Bol. de la Acad. Nacional de Ciencias, Cordoba*, 48, 255-273.

SANTALO, Luis A. (1972) *Evolución de las Ciencias en la Republica Argentina 1923-1972, Tomo I: Matemática*. Buenos Aires, Sociedad Científica Argentina.

SILVA, Clóvis Pereira da (1992) *A Matemática no Brasil. Uma História do seu Desenvolvimento*. Curitiba, Editora da Universidade do Paraná.

TRABULSE, Elías (1994) *Ciencia y Tecnología en el Nuevo Mundo*. México, El Colegio de México/Fondo de Cultura Económica.

ZUÑIGA, Angel Ruiz (Ed.) (1995) *Historia de las Matemáticas en Costa Rica*. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica.

## NOTAS

1 D'AMBROSIO, Ubiratan (1994) "Ethno-matemáticas, the Nature of Mathematics and Mathematics Education": En: Paul Ernest (ed.), *Mathematics, Education and Philosophy: An International Perspective*. London, The Falmer Press.

2 Muchos especialistas no están de acuerdo con el uso de *ciencia cultural*. Podríamos decir *etnociencia*.

3 CLOSS, Michael (Ed.) (1986) *Native American Mathematics*. Austin, University of Texas Press.

4 ASCHER, Marcia (1991) *Ethnomathematics. A Multicultural View of Mathematics Ideas*. Pacific Grove, Brooks/Cole Publishing Company.

5 GERDES, Paulus (1995) *Ethnomathematics and Education in Africa*. Stockholm, Institute of International Education, Stockholms Universitet.

6 ZASLAVSKY, Claudia (1979) *Africa Counts: Number and Pattern for Teachers*. New York, Lawrence Hill.

7 KRAGH, Helge (1978) *An Introduction to the Historiography of Science*. Cambridge, Cambridge Univ. Press., p. 111.

8 SAITTA, Armando (1955) *Il programma della Collezione storica*. Bari, Laterza, p. 12.

9 CARR, E.H. (1968) *What is History?* Harmondsworth, Penguin Books.

10 LEON-PORTILLA, Miguel (1985) "Visión de los Vencidos (Crónicas Indígenas Mexicanas)". *Historia 16*.

11 D'AMBROSIO, Ubiratan (1990) *ETNOMATEMÁTICA. Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*. São Paulo, Editora Ática [ETHNOMATHEMATICS. *The Art or Technique of Explaining and Knowing*, trad. Patrick B. Scott, Las Cruces: NMSU/ISGEm, 1998].

12 BATESON, Gregory (1972) *Steps to an Ecology of Mind*. New York, Ballantine Books.

13 Véase el concienzudo estudio de VAN SERTIMA, Ivan (1976) *They Came Befor Columbus*. New York, Random House; y los informes sobre los viajes del monje chino Huei Shen a México en el siglo V. Véase la comunicación de HUNG

HUI, Juan (1992) "Tecnología Naval China y Viaje al Nuevo Mundo del Monje Chino Hwei Shen". En: *III Congreso Latinoamericano y III Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología*. Ciudad de México, 12-16 Enero 1992.

14 BARRADAS DE CARVALHO, Joaquim (1983) *À la recherche de la spécificité de la renaissance portugaise*. Paris, Fondation Calouste Gulbenkian/Centre Culturel Portugais, p. 13.

15 CORREIA, Mendes (1940) "Influência de Expansão Ultramarina no Progresso Científico". En: *História da Expansão Portuguesa no Mundo*. Lisboa, vol. III, p. 468.

16 THORNDIKE, Lynn (1949) *The Sphere of Sacrobosco and Its Commentators*. Chicago, The University of Chicago Press, p. 1.

17 Véase a este respecto CARDOSO, Antonio (1984) *As caravelas dos Descobrimientos e os mais Ilustres Caravelistas Portugueses*. Lisboa, Museu de Marinha.

18 SAHAGUN, Fray Bernardino de (1989) *Historia General de las cosas de Nueva España*. México, Alianza Editorial Mexicana, vol. 2, p. 478.

19 Estos asuntos han atraído mucha atención en el período de la post-guerra y han generado estudios importantes cuyos resultados arrojan alguna luz sobre la producción de conocimiento científico a lo largo de la historia. Particularmente interesante es la historiografía adoptada por Harold Dorn en su excitante libro *The Geography of Science* [Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1991].

20 MAYOR, Federico (1994) "Discurso Inaugural". En: *Conferencia sobre "Cooperación Científica y Tecnológica en África"*. Nairobi, Marzo 1994.

21 Véase mi nota D'AMBROSIO, Ubiratan (1975) "Adapting the Structure of Education to the Needs of Developing Countries" (carta). *Impact of Science on Society*, 25(1), 94.

22 Véase mi artículo D'AMBROSIO, Ubiratan (1979) "Knowledge transfer and the universities: a policy dilemma". *Impact of Science on Society*, 29(3), 223-229.

23 Véanse mis artículos titulados "Ethnomathematics, History of Mathematics and the Basin Metaphor". En: *Histoire et Epistémologie dans l'Education Mathématique/History and Epistemology in Mathematics Education* (Actes de la Première Université d'Été Européenne, Montpellier, 19-23 juillet 1993). Montpellier, IREM, Montpellier, 1995, pp. 571-580; y "Ethnomathematics: An Explanation". En: Ronald Calinger (ed.), *Vita Mathematica. Historical Research and Integration with Teaching*. Washington DC, The Mathematical Association of America, 1996, pp. 245-250.

24 Véase mi artículo "Mathematics and Literature". En: Alvin M. White (ed.), *Essays in Humanistic Mathematics*. Washington DC, The Mathematical Association of America, 1993, pp. 35-47.

25 Véase la edición dedicada al tema *Science Wars* del *Social Text*, 46-47, Spring/Summer 1996. Sobre el estado actual de esta guerra, es muy revelador el artículo de Alan Sokal, y los ataques al Afrocentrismo, las advertencias contra una "nueva era oscura de irracionalismo" y otras polémicas que se producen en el mundo académico. Todas son consecuencia del desafío al orden epistemológico actual, que podría ser visto como un fundamentalismo intelectual.

26 El lector puede consultar, para una breve introducción, mi artículo "Science and Technology en Latin America During the Discovery". In: *Impact of Science on Society*, 27(3) 1977, 267-274.

27 Un libro reciente sobre el Marqués de Pombal proporciona nuevos elementos para entender la ciencia y las matemáticas en este período. Véase MAXWELL, Kenneth (1995) *Pombal, paradox of the enlightenment*. Cambridge, Cambridge University Press.

28 Véase el importante libro de SALA CATALA, José (1994) *Ciencia y Técnica en la Metropolización de América*. Madrid, Theatrum Machinae.

29 Véase la importante tesis doctoral de SILVA DA SILVA, Circe Mary (1991) *Positivismus und Mathematikunterricht: Portugiesische und franzsische Einflüsse in Brasilien im 19. Jahrhundert*. Bielefeld, IDM.

30 Clovis Pereira da Silva analiza estas tesis en su libro pionero en historia de las matemáticas en Brasil: *A matemática no Brasil. Uma história de seu desenvolvimento*. Curitiba, Editora da UFPR, 1992.

31 *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, tomos XL, p. 1310. y XLV, p. 100 y *Proceedings of the Royal Society*, 1856, pp. 146-149. Es bastante interesante leer el informe de los referees y la reacción de Gomes de Souza al hecho de que Liouville no valoró el artículo, según Gomes de Souza, debido a "la petite jalousie". Un estudio completo de los trabajos científicos de J. Gomes de Souza es una deuda pendiente, pero puede verse al respecto: SANCHEZ, Carlos & MONTEIRO DE SOUZA, Cicero (1997) "El caso Souzinha y la polémica sobre el uso legítimo de las series divergentes en el siglo XIX". *Llull* 20(38), 293-310.

32 Véase el artículo de NICOLAU, Juan Carlos (1996) "La Sociedad de Ciencias Físicas y Matemáticas de Buenos Aires (1822-1824)". *Saber y Tiempo*, 2, 149-160.

33 No he tenido acceso personal a estos artículos y a los archivos de la presencia de Picarte en París.

34 Véase el libro de PYENSON, Lewis (1985) *Cultural Imperialism and Exact Sciences. German Expansion Overseas 1900-1930*. New York, Peter Lang.

35 Véase el libro de Clovis Pereira da Silva citado en la nota 30.

36 Una historia del Comité acaba de aparecer: BARRANTES, Hugo & RUIZ, Angel (1999) *La História del Comité Interamericano de Educación Matemática*. CIAEM/ICMI.

37 Véase un informe de las influencias del movimiento en la tesis doctoral de SILVA D'AMBROSIO, Beatriz (1987) *The Dynamics and Consequences of the Modern Mathematics Reform Movement for Brazilian Mathematics Education*. Bloomington, School of Education, Indiana University.