

LA CIENCIA EN HISPANOAMERICA DURANTE LOS QUINIENTOS AÑOS DEL DESCUBRIMIENTO

por Luis A. Santaló

El objeto de este trabajo, va a ser ensayar una perspectiva general, con más énfasis en las circunstancias ambientales que en los detalles de los hechos, de como se inició y evolucionó la ciencia en Hispanoamérica durante los 500 años transcurridos desde la llegada de Cristóbal Colón, o sea, desde el inicio de la conquista por los españoles, hasta la fecha.

Naturalmente, habrá que comparar en cada momento la situación en América con la imperante simultáneamente en Europa, especialmente en España, durante la época colonial, y en todos los países después de la independencia.

Conviene, como punto de partida, analizar un poco los motivos y el espíritu de la conquista.

Según el historiador español-argentino Claudio Sánchez Albornoz, la conquista de América, después de su descubrimiento por Colón, fue una prolongación natural de los ocho siglos que duró la reconquista de la península Ibérica por los cristianos, tras la conquista de la misma por los musulmanes, iniciada por Tariq al desembarcar en Gibraltar en el año 711. Según Sánchez Albornoz, fue "una áspera y cruel batalla multiseular contra la España islámica, para recuperar el solar nacional". Desde Covadonga, con Don Pelayo, en el año 772, hasta Granada, con la reina Isabel la Católica en 1492, pasaron siglos que fueron afirmando en la estirpe ibérica "el hábito de batallar con un enemigo doblemente hostil en el alentar diario y en el concebir el más allá; un verter por cauces bélicos de toda la potencia vital de la comunidad, siempre en frontera, con un continuo apetito de hacerla avanzar en tierra enemiga, prontos a dar saltos de tigre y prontos a digerir las tierras conquistadas,

proyectándose en un tríptico que podríamos definir con tres infinitivos: batallar, colonizar, rezar, sin alcanzar plazo para una consagración singular a las tareas del espíritu ni a la vida económica, con fervida apetencia de un luminoso más allá, más que de un complejo más acá" (Claudio Sánchez Albornoz, *La Edad Media Española y la Empresa de América*, Madrid, 1983). De estos castellanos y de la sociedad hispánica que moldearon heredaron la fortaleza y la bravura los conquistadores de América "Siempre —prosigue Sanchez Albornoz— las gestas de los españoles a este lado occidental del Atlántico, enraizan con las de sus abuelos castellanos y no hubiesen tenido lugar sin esa magna y magnífica herencia temperamental forjada en los ocho siglos que duró la Reconquista".

Una diferencia grande, sin embargo, existe entre la Reconquista de la península y la Conquista de América. En la primera se luchaba contra un pueblo de distinta religión, pero que estaba a la vanguardia del mundo en cultura y conocimientos científicos. En el siglo X, el califato de Córdoba era la lumbre de la ciencia medioeval y su mezquita, por ejemplo, una de las maravillas del mundo. A través de sus relaciones, aunque bélicas, con los musulmanes, los castellanos se beneficiaron científica y culturalmente. La obra científica de Alfonso el Sabio (siglo XIII) con sus *Libros del saber de Astronomía* y las *Tablas Alfonsies*, difícilmente hubiera podido ser realizada sin la influencia del saber de los árabes, los enemigos contra quienes se luchaba.

En América, en cambio, con todo el respeto y admiración que se pueda sentir por la población indígena, teniendo en cuenta las realizaciones sobre las que objetivamente

es posible juzgar, su ciencia era muy inferior a la existente en la metrópoli. Ni el calendario azteca, sin duda magnífica obra de arte, ni las pirámides mexicanas o mayas, ni las ruinas de Machu Pichu en el Perú, con todo su misterio y belleza, poseen una ciencia subyacente del orden de la que suponen las Tablas Alfonsies, la catedral de Santiago de Compostela (siglos XI y XII) o aún algunas construcciones romanas muy anteriores, como el acueducto de Segovia o el puente de Alcántara, con la orgullosa inscripción esculpida por sus constructores romanos (siglo I) "existirá mientras exista el mundo".

La Ciencia es siempre un fruto tardío de las civilizaciones. Primero vivir y después filosofar. En los primeros tiempos del nuevo mundo hispano, no hubo tiempo, ni la tranquilidad necesaria para el desarrollo de la ciencia, que necesita reflexión y serenidad. Las energías de los conquistadores se gastaban en la lucha, y el descanso —como dice Sánchez Albornoz— era para rezar, en agradecimiento a la victoria cuando tenía lugar y para perdón de los pecados tras la derrota, pues tratándose de una causa justa no podía ser otro el motivo de la misma.

Otra cosa ocurrió con el arte, que sin duda influyó fuertemente sobre el arte importado por los conquistadores. El arquitecto Angel Guido ha escrito mucho sobre la influencia de la arquitectura indígena sobre la arquitectura colonial, con la introducción de elementos decorativos fitomorfos (plantas como maíz, espigas, flor de cardón), zomorfos (animales como monos, pumas, pájaros) y míticos (la Luna y el Sol), desconocidos en el barroco español de la época (Angel Guido, *Redescubrimiento de América en el Arte*, Rosario, 1940).

En ciencia, en cambio, no hubo aportes locales significativos y durante la época colonial se dependió siempre de lo que provenía de España, lo que pudo ser muy poco, pues los siglos XVI y XVII, brillantes en el arte y en las humanidades, fueron siglos de estancamiento o de decadencia para la ciencia española. En los primeros siglos de la conquista, España tuvo insignes humanistas como José Luis Vives (1492-1540), brillantes escritores, como fray Luis de León, (1527-1591), Santa Teresa de Jesús (1515-

1582), Lope de Vega (1562-1635), Cervantes (1547-1616), Góngora (1561-1627), Quevedo (1580-1645) y tantos otros, así como pintores del primer nivel, como Velázquez (1599-1660), el Greco (1541-1614) y Murillo (1618-1685), pero no tuvo científicos de relieve, ni se preocupó de importar la ciencia nueva que se estaba expandiendo por Europa.

Por esto, para entender la falta de ciencia en América durante los primeros siglos de la conquista, hay que analizar el mismo problema en España, tratando de ver el porqué de tanta diferencia entre la decadencia científica y el florecimiento de las humanidades. El problema ha sido discutido y analizado repetidas veces en España por los máximos representantes de su intelectualidad, en distintas épocas. Se puede ver el libro de Ernesto y Enrique García Camarero titulado *La polémica de la Ciencia Española* (Editorial Alianza, Madrid, 1970) en el que se reproducen interesantes artículos al respecto de distinguidos autores en diferentes épocas, entre ellos fray Benito Jerónimo Feijoo (1676-1764), José Echegaray (1832-1916), Marcelino Menéndez y Pelayo (1856-1912), Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), José Ortega y Gasset (1883-1955), Julio Rey Pastor (1888-1962) y otros. De toda esta polémica, que aquí nos interesa solamente para ver de entender a su través y por analogía, la evolución de la ciencia en el Nuevo Mundo durante sus primeros siglos de vida, queremos reproducir algunos párrafos, muy significativos, por el prestigio de sus autores y por conservar actualidad a pesar del tiempo transcurrido. Así, Ramón y Cajal, atribuye este estancamiento de España en el terreno científico, al aislamiento cultural y al miedo a contagiarse de teorías foráneas no ortodoxas, como ocurrió cuando Felipe II, en 1585, prohibió a los españoles ir a estudiar en universidades extranjeras. Según Ramón y Cajal ello motivó que "el talento hispano, a la manera de un tumor, se desarrollara viciosa y monolateralmente, nutriéndose exclusivamente de la pobre savia nacional". La moraleja es que el progreso científico exige el contacto directo con los centros en que la ciencia se elabora, y beber las aguas de las mismas fuentes creadoras.

Otras opiniones que tuvieron gran repercusión en España y también en toda la América hispana, fueron las del benedictino fray Benito Jerónimo Feijoo, quien en sus *Cartas Eruditas y Curiosas*, publicadas en 1745, atribuía el estancamiento científico de España, entre otras cosas, "a la falsa noción de muchos de la filosofía moderna, que les hace maldecir la doctrina de Descartes, sin haberse enterado de ella bastantemente y también a un vano temor de que las doctrinas nuevas en materia de filosofía traigan algún perjuicio a la religión, sin advertir que la teología y la filosofía tienen bien distinguidos sus límites y así, mientras ante la verdad revelada sólo cabe doblar la rodilla con veneración, en las ciencias naturales, se puede discurrir con franqueza". Observemos de paso, como las palabras iniciales anteriores de Fray Benito se parecen a las que Lope de Vega, en la *Dama Boba*, pone en boca de Laurencio respecto a las ideas que "se atreven a censurallas quienes no se atreven a entendellas". La influencia del padre Feijoo no solamente fue grande en España, sino que fue fundamental para la cultura científica de toda América, por el hecho de que un indiscutido y acreditado representante de la Iglesia, ahuyentara los temores de incursionar en los conocimientos de las ciencias naturales que procedían de los herejes del norte, como Leibniz, Boyle y Newton. También fue importante la lanza de Feijoo en favor de la "ciencia inútil", al escribir en una de las cartas mencionadas: "No hay verdad alguna cuya percepción no sea útil al entendimiento, porque todas concurren a saciar su natural apetito de saber ¿no es grave injuria a la deidad pensar que ésta infundiese al alma el apetito de una cosa inútil?".

La necesidad de defender a la ciencia por encima de sus posibles aplicaciones inmediatas se ha manifestado repetidas veces, tanto en este como en el otro lado de los mares, y todavía debe repetirse una y otra vez a pesar de los patentes ejemplos a su favor que la historia de la ciencia y de la técnica proporcionan. Nos limitaremos a las citas de dos ilustres premios Nobel de habla hispana, separados por tres cuartos de siglo en el tiempo y por el océano Atlántico en el espacio. El ingeniero José Echegaray en 1866, en su discurso de incorporación a la Real Aca-

demia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid decía (ver el libro citado de E. y E. García Camarero): "Algunos juzgan que toda verdad científica que no corresponda a una utilidad práctica es vana gimnasia de la razón, fugaz relampaguear de la fantasía, caprichoso entretenimiento de algún desocupado geómetra... El hombre tiene necesidades materiales, es cierto, y para satisfacerlas rechinan las fábricas, silba la locomotora, hierve el vapor; pero también tiene necesidades de un orden más elevado: ama lo bello y ama la verdad, y por eso, apenas sale del estado salvaje, crea el arte y busca la ciencia. Así, señores, es la ciencia eminentemente útil, no de una manera indirecta por sus aplicaciones, sino directa e inmediata, porque directa e inmediatamente y por su propia virtud satisface altísimas necesidades humanas, y del mismo modo que el cuerpo busca el pan de cada día, busca el alma, hambrienta de belleza y de verdad, algo que satisfaga las aspiraciones a lo infinito de su inmortal esencia; busca la verdad, repito, por esa misteriosa atracción que entre la verdad y el pensamiento existe, y hace que la razón vaya tras ella anhelante, y sin ella muera, y con ella viva, y que al hallarla en su esencia divina se sumerja y se bañe gozosa como en océano de luz". Hermosas frases, al estilo florido de la época romántica, que aclaran la natural extrañeza de que un famoso ingeniero y matemático como fue Echegaray, fuera también galardonado con el premio Nobel de Literatura en 1904.

Mucho más reciente y cerca de nosotros, con otro estilo, pero igualmente firme en sus convicciones, podemos reproducir la opinión de Bernardo Houssay (premio Nobel de fisiología y medicina en 1947): "Es muy común en los países atrasados una desmedida preocupación por las aplicaciones inmediatas, y por ello se suele alardear de criterio práctico y pedir que se realicen exclusivamente investigaciones de aplicación inmediata y útiles para la sociedad. Esta es idea propia de personas incultas y de ambientes atrasados, o bien es signo y factor de decadencia en los ya adelantados. Quienes expresan tales criterios ignoran —y esta ignorancia es muy grave y dañina— que todos los grandes adelantos prácticos provienen de la

investigación científica fundamental desinteresada. Debido a ella, Pasteur halló el papel de los microbios, las reglas de la asepsia y antisepsia, las vacunaciones, y dio bases que permitieron desarrollar la higiene y la cirugía modernas. Por ella Galvani y Volta nos dieron el conocimiento de la electricidad, Maxwell los fundamentos de la radiotelegrafía, Oersted los del telégrafo, Faraday los de los motores eléctricos, Fleming los de los antibióticos. La ciencia pura es sin duda la fuente que alimenta incesantemente las técnicas aplicadas; si aquélla se detiene, éstas languidecen o desmejoran pronto. Aconsejar a un país o universidad que no haga investigaciones fundamentales, no aplicadas inmediatamente, es como invitarlo a empobrecerse o suicidarse, como resultado de la grave y trágica ignorancia de sus dirigentes". (Conferencia sobre *La libertad académica y la investigación científica en América Latina* (1954), en el libro *Bernardo A. Houssay: su vida y su obra*, Acad. Nac. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Buenos Aires, 1981, pág. 221).

Todo esto permite explicar el desinterés de los gobiernos españoles de los siglos XVI y XVII para empujar la ciencia en los países americanos, puesto que no la tenían en su propio país. Esto hizo que la ciencia entrara en América lateralmente, no a través de las Universidades o centros que deberían haber sido destinados a ello, sino por exigencias de las necesidades de la técnica, principalmente de la minería, de la ingeniería y del arte de curar.

La enseñanza primaria y secundaria estuvo casi siempre en manos de las órdenes religiosas, como los franciscanos, dominicanos y, principalmente, los jesuitas hasta la fecha de su expulsión en 1767. A pesar de su valiosa labor como instituciones difusoras de cultura y educación, la enseñanza de las ciencias se limitaba a la aritmética de las cuentas más frecuentes y a la geometría de las figuras más elementales y sus medidas, todo ello en vistas a las necesidades de las transacciones comerciales más corrientes y a las construcciones usuales, con el fin de

enseñar técnicas, más que despertar el razonamiento deductivo y la creatividad.

En cuanto a las universidades, que es lo que aquí nos interesa en cuanto a focos creadores y difusores de la ciencia, la primera en Iberoamérica fue la de Santo Domingo creada en 1538, seguida de las de México y Lima fundadas en 1551. La Universidad de Lima se transformó, en 1574, en la Universidad de San Marcos. Todas ellas, así como otras varias que se fueron creando (La Habana, Guadalajara, Yucatán, Chuquisaca o Charcas,...) estaban en manos de órdenes religiosas con estudios de humanidades, teología y derecho, pero sin estudios científicos significativos. Sin embargo, siempre que se inauguraban estudios científicos de cualquier tipo, enseguida nacía y se propagaba el interés por ellos. Así, cuando en 1578 se creó en la universidad de México una cátedra de medicina, a cargo del español Juan de la Fuente, el interés por ordenar el ejercicio del arte de curar creció de golpe en todas partes, aumentando la importancia de los llamados protomedicatos, que habían sido creados en 1570 en México y Perú ya que, aunque lentamente, se fueron extendiendo a los otros territorios. Recién en 1779, dos siglos después de que existieran en México y Perú, el virrey Vértiz creó en Buenos Aires el protomedicato del Río de la Plata, encargando del mismo al irlandés Miguel O'Gorman (1749-1819), que había estudiado en universidades europeas y fue el organizador de la primera escuela superior de medicina en el país.

En cuanto a la matemática y sus aplicaciones, los primeros estudios al nivel universitario fueron inaugurados en la universidad de México en 1637, siendo nombrado titular de ellos fray Diego Rodríguez, que organizó a su alrededor una "academia" compuesta por maestros universitarios, médicos, bachilleres, latinistas, arquitectos y por aquellos que "sin haber cursado las facultades, con su mucho ingenio y alguna aplicación suelen hacer, no en vano, muy buen juicio de todo". En la Academia, que había reunido una muy buena biblioteca, se discutían las ideas que llegaban de Europa y editaba para su sustento lunarios, almanaques y pronósticos, al parecer con mucho éxito. La Academia duró hasta 1646 en que

sus miembros fueron perseguidos y su biblioteca confiscada (Elías Trabulse, *Tres momentos de la heterodoxia científica en el México colonial*, Quipu 5, 1, 1988, 7-17).

Los estudios de ciencias naturales en las universidades del Nuevo Mundo se inauguraron con una cátedra de botánica en la Universidad de México en 1788, precursora del Real Seminario de Minería (1795) que más adelante mencionaremos. (H. Camacho, *Las Ciencias Naturales en la Universidad de Buenos Aires*, EUDEBA, 1971).

En la Argentina, en 1613, mediante una donación de fray Fernando Trejo y Sanabria (1552-1614), se creó la universidad de Córdoba, basada en el existente colegio de los jesuitas. En 1710, la universidad comprendía las facultades de artes y teología, y recién en 1808, bajo el rectorado del dean Gregorio Funes (1749-1829), se creó la primera cátedra de matemáticas, aunque con contenidos elementales ya anticuados en su época.

Puede decirse que, en general, las universidades hispanoamericanas, hasta el siglo XIX, permanecieron ajenas a los cambios que la ciencia europea renacentista iba introduciendo en todos los sistemas de pensamiento. La prédica, desde España, del padre Feijoo fue en este sentido muy valiosa, y a fines del siglo XVIII, con la ilustración de Carlos III en la metrópoli, que se extendió por las colonias, empezaron los cambios, siendo interesante señalar que, en general, éstos costaron más por la inercia de los enseñantes, que por impedimento de las autoridades. Fue típico, por ejemplo, el caso del Colegio de San Carlos de Buenos Aires, fundado en 1783, regido por el clero secular y en el cual se enseñaba física y mecánica, para cuyo dictado el superior cabildo eclesiástico estableció que "no había obligación de seguir sistema alguno determinado, especialmente en la física, en que se podría apartar de Aristóteles y enseñar, o por los principios de Cartesio, o de Gassendi o de Newton, o alguno de los otros sistemas o arrojando todo sistema para la explicación de los efectos naturales y seguir sólo la ley de la experiencia por las observaciones y experimentos en que tan útilmente trabajan las academias modernas" (Miguel Solá, *Compendio de Historia de la Cultura Argen-*

tina, Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires, La Plata, 1959). Sin embargo, en opinión de Mariano Moreno, que fue alumno del Colegio, "se seguía defendiendo con calor las tesis que habían sido abandonadas en Europa hacia 50 años... y en las cuestiones de física se pasaban por alto las pruebas de la demostración matemática" (J. Babini, *La Evolución del pensamiento científico en la Argentina*, Ediciones La Fragua, Buenos Aires, 1954).

Acostumbrados, como estamos hoy, a la velocidad casi instantánea con que se propagan en todo el mundo las ideas y las tecnologías, cuesta un poco de entender la lentitud con que ello ocurría en los tiempos de la colonia, en parte por la dificultad en las comunicaciones con la metrópoli o de las regiones de América entre sí y también tal vez, en parte, por el poco interés de los gobernantes en favorecer la investigación en el área del conocimiento, tanto especulativa como práctica. Bastará mencionar, como ejemplo ilustrativo, el caso de la imprenta, tan indispensable para la difusión del conocimiento. Gutenberg crea la imprenta en 1440, en Alemania. En 1464 ya funcionan las primeras imprentas en Italia, en 1468 en España, en 1470 en Francia y en 1479 en Inglaterra. Vale decir, en unos 40 años, la imprenta se extiende a toda Europa. Sin embargo, la primera imprenta en el Nuevo Mundo aparece en México en 1539 (un siglo después de Gutenberg). El primer libro de matemáticas impreso en América lo fue en México en 1556 con el título *Sumario compendioso de las quantas de plata y oro* de José Díez, que contiene tablas para las experiencias con plata y oro, y además la llamada *Ars Major*, con álgebra hasta las ecuaciones de segundo grado. En 1623 se publicó, también en México, el libro titulado *Arte para aprender todo el menor de la aritmética sin maestro*, por Pedro de Paz, posiblemente el primer libro puramente matemático (aritmética, llamada *Arte Menor*) impreso en América (D. J. Struik, *Early colonial science in North America and Mexico*, Quipu, vol 1, 1984, 25-54). Estas fechas y esos textos son muy importantes para comprender el estado de la ciencia en Hispanoamérica, dada la influencia de la matemática en las demás ciencias.

En la Argentina, la primera imprenta funcionó en las misiones jesuíticas del alto Paraná y márgenes del río Uruguay en 1700, 150 años después de su funcionamiento en México. De ellas salieron las interesantes *Tablas Astronómicas y Calendarios* del padre Benito Suárez (1679-1750). El colegio Montserrat de Córdoba tuvo la segunda imprenta del país en 1766 y en Buenos Aires, el virrey Vértiz organizó la Real Imprenta de los Niños Expósitos en 1781 la cual, desaparecidas las anteriores, fue durante más de 30 años la única imprenta del territorio argentino, de la cual salieron los bandos y proclamas de la revolución de mayo (J. Babini, loc. cit., p. 43).

Desde los primeros años de la conquista interesó conocer la flora, la fauna y los minerales de los nuevos territorios. Esto hizo que las ciencias naturales fueran objeto de estudio y que las descripciones de los elementos naturales de las zonas que se iban incorporando a la colonia, hechas la mayoría de las veces no por científicos reconocidos, sino por entusiastas autodidactas, tuvieran gran interés y fueran seguidas con atención en todo el mundo.

Como ejemplo, se puede citar la obra monumental *Historia Natural y General de las Indias*, por Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés, escrita entre 1519 y 1557 en México, la cual se publicó parcialmente en 1535 en Sevilla y Valladolid, y posteriormente en varias nuevas ediciones, una muy completa en 5 volúmenes en Madrid en 1959. La historia de Oviedo describe operaciones militares de la conquista, pero lo importante desde el punto de vista científico es la descripción de numerosas nuevas plantas, frutas y animales de toda especie, con sus propiedades alimenticias y medicinales según las tradiciones de los indígenas.

Del mismo estilo, en 1585, el franciscano Bernardino de Sahagun terminaba, también en México, su *Historia General de las cosas de Nueva España*, con valiosa información sobre la fauna de la región y sobre las plantas nuevas con sus propiedades para curar, describiendo muchas enfermedades y los remedios usados por los nativos, así como los conocimientos que ellos tenían en astronomía y minería. El mismo Sahagun, profesor del colegio franciscano de la Santa Cruz de

Tlatelolco, destinado a la educación de los indios, tuvo seguramente influencia en la redacción de un famoso texto médico-farmacéutico (en 1552) escrito en lengua indígena (nahuatl) por Martín de la Cruz y traducido al latín por Juan Badiano, ambos profesores del colegio, el cual es conocido como el manuscrito de Badiano, existiendo ediciones modernas del mismo (D. J. Struik, loc. cit.).

Entre 1572 y 1578 el jesuita José de Acosta viajó por México y Perú, donde fue profesor de la Universidad de San Marcos de Lima, publicando en 1590 en Sevilla una *Historia Natural y Moral de las Indias*, de mucha importancia por las descripciones de geografía, metalurgia, mineralogía, flora y fauna de los países que visitó, obra posteriormente traducida a varios idiomas y editada repetidas veces, alcanzando mucha fama, por lo que de Acosta fue llamado el Plinio del Nuevo Mundo.

Obras de ese estilo sirvieron para despertar la curiosidad de los naturalistas e ir formando el banco de datos necesario para que más tarde fuera posible la sistematización de la flora y de la fauna americanas, adaptándolas a las clasificaciones de Linneo (1707-1778) y Buffon (1707-1788) cuando éstos, en el siglo XVIII, pusieron orden en esas disciplinas.

Para la Argentina fue importante la primera descripción de la geografía y de los hechos ocurridos en el Río de la Plata entre 1536 y 1554, hecha por el alemán Utz Schmidl, llegado con la expedición de Pedro de Mendoza al fundar Buenos Aires en 1536, en un libro publicado en alemán en 1567 con el título *Derrotero y viaje a España y las Indias, 1534-1554*, traducido más tarde al castellano.

Otro tipo de observaciones científicas, útiles para orientación de los viajeros y para delimitar fronteras y localizar ciudades y accidentes geográficos, fueron las observaciones astronómicas y geodésicas. Los primeros estudios de matemáticas de nivel superior en las universidades, estuvieron muy influidos por las necesidades de la geodesia y de la astronomía. En muchas partes hubo buenos astrónomos, cuyas observaciones servían para fijar la posición de las ciudades y para la confección de almanaques con datos sobre eclipses y las estaciones. Como ejem-

plo importante de ingeniero y astrónomo hay que mencionar a Enrique Martínez, de origen alemán y nombre castellanizado, que llegó a México en 1589 donde enseñó cosmografía y geometría, escribiendo en 1606 un *Repertorio de los Tiempos*, verdadera enciclopedia del saber científico de la época. Fue también un famoso ingeniero que emprendió obras gigantescas para proteger a la ciudad de México de sus periódicas inundaciones (Struick, *Quipu* 1, 1, 53-54).

Otro caso notable es el de Marcos Antonio Riaño de Gamboa (1672-1729), considerado como el primer astrónomo cubano por sus numerosas observaciones desde distintos puntos de la isla de Cuba referentes a eclipses y otros fenómenos astronómicos, que le permitieron fijar las coordenadas geográficas de la Habana con mucha exactitud. Una biografía de éste astrónomo, nacido en la Habana y que fue profesor de matemáticas en la Universidad de México y también médico, puede verse en *Quipu*, n° 6, 1989, págs. 237-268, por José López Sánchez.

Un carácter más científico tuvieron las expediciones organizadas por instituciones de diversos países, las cuales estaban en general bien equipadas y disponían del personal técnico y especializado necesarios para que los datos obtenidos tuvieran confiabilidad desde el punto de vista científico. Ellas contribuyeron a difundir el interés por la ciencia y coleccionaron valiosa información, tanto para la geografía y las ciencias naturales, como para el estudio de los idiomas, costumbres y demás datos antropológicos de la población indígena.

La primera expedición de este tipo fue la enviada por España en 1570, dirigida por el médico Francisco Hernández y destinada a informar oficialmente sobre las plantas y animales del Nuevo Mundo, principalmente atendiendo a su utilidad y propiedades medicinales. Fueron 6 años de investigaciones por todo el territorio mexicano que fueron recopiladas en 6 volúmenes que permanecieron inéditos hasta su publicación en Madrid en 1790 y reproducidos por la Universidad Nacional de México entre 1942 y 1946. Fue un ejemplo, entre muchos, pasados y presentes, de cómo los estudios realizados por encargo de oficinas gubernamentales, pueden quedar olvidados en los archi-

vos de las mismas, sin difusión y sin darles la utilidad que podrían haber tenido.

La obra de Hernández fue completada por su colega, también médico, Nicolás Monardes, que sin salir de Sevilla, pero adquiriendo plantas e información de marineros y viajeros, tal vez del mismo Hernández, en 1574 publicó una *Historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales que sirven en medicina*, obra traducida a diversos idiomas y que hasta el siglo XIX fue la referencia fundamental para el estudio de enfermedades tropicales. En esta *Historia* se describe, por ejemplo, el tabaco como planta medicinal, si bien ya había sido introducida en Europa en 1560 por el francés Jean Nicot, lo que hizo que en el siglo XVIII Linneo le diera el nombre de *Nicotia-na* y el de *nicotina* a su extracto tóxico.

Otra expedición, esta vez francesa, y dirigida a la región ecuatoriana, fue la de La Condamine, Bouguer y Godin, enviada por la Academia de Ciencias de París para medir un arco de meridiano cercano al ecuador, con el objeto de comparar el resultado con el obtenido por otra expedición análoga enviada a Laponia, cerca del polo norte, para decidir acerca del achatamiento de la Tierra. La expedición llegó a Quito en 1736 y en ella participaron, además del personal francés, los españoles Jorge Juan y Antonio de Ulloa. Precisamente durante esta expedición y al estudiar el problema de separar el oro de aluvión de la zona del Choco en Nueva Granada (actual Colombia) de un metal blanco que lo acompañaba, Antonio de Ulloa descubrió el platino.

Además de su obra específica de geodesia, la expedición de La Condamine, dejó abundante información sobre el Amazonas, la quinina, el caucho, enfermedades tropicales y noticias etnográficas y antropológicas de las poblaciones nativas, así como detalles sobre los conocimientos científicos del ambiente con que se encontraron al llegar, al que prestaron valiosa ayuda. Así, la expedición alentó y difundió los proyectos de Pedro Vicente Maldonado, el cual, por sus estudios y hallazgos en la zona tropical ha sido considerado el primer científico ecuatoriano y el primer geógrafo americano (A. Lafuente y E. Estrella, *Scientific Enterprise, Academic*

Adventure and Drawing-Room Culture in the geodesic mission to Quito, Cuadernos de Quipu, 2, México, 1987).

Otra expedición importante, aunque bastante posterior, fue la dirigida por el italiano al servicio de la marina española Alejandro Malaspina (1754-1809), que llegó al río de la Plata en 1789 con la misión de realizar las observaciones y medidas pertinentes para confeccionar las cartas y derroteros de los mares americanos, así como recorrer el interior para recolectar material para el Jardín Botánico de Madrid, para lo cual contó con el instrumental y el personal científico necesarios. Recorrió las costas atlántica y pacífica de América del Sur, llegando hasta México (Virginia González Claveran, *La Expedición Malaspina y su instrumental científico*, Quipu, vol. 5, 1988, 143-158).

Mucha importancia tuvieron también algunos viajeros ilustres que recorrieron parte del continente americano haciendo investigaciones y recopilando datos, con lo cual ayudaron a los países que visitaron, tanto por su obra o por la información que traían de Europa como también por su influencia sobre las autoridades gubernamentales e instituciones culturales o científicas. El principal fue, tal vez, Alexander von Humboldt (1769-1859) que estuvo en México y Venezuela y en otros países de América del Sur, explorando las cuencas del Orinoco y del Amazonas, haciendo investigaciones geográficas, botánicas, zoológicas y geofísicas. Uno de sus acompañantes, el francés Aimé Bonpland (1773-1858) colaboró con Humboldt en el libro *Viaje a las regiones equinociales del Nuevo Continente realizado entre 1799 y 1804*, en el cual se describían las peripecias y los resultados de estas exploraciones. Bonpland regresó a Europa, pero volvió nuevamente a América en 1814, radicándose esta vez en el río de la Plata y después de varias actividades como médico y naturalista y de haber estado prisionero en el Paraguay acusado de espionaje por el dictador Francia, regresó a la Argentina, falleciendo en la provincia de Corrientes en 1858. Fue el director del primer museo creado en Corrientes por el gobierno de la provincia en 1855.

También Darwin (1809-1882) recorrió las costas americanas a bordo del *Beagle* y re-

corrió la Argentina haciendo observaciones que fueron muy importantes para su posterior teoría sobre la evolución de las especies. Entre 1833 y 1835 recorrió la Patagonia y otros puntos de la Argentina, recolectando fósiles y manteniendo correspondencia con el naturalista argentino Francisco Javier Muñiz (1795-1871), que fue el primer paleontólogo argentino de importancia, el cual reunió importantes fósiles de las barrancas del río Luján, aparte de realizar muchas observaciones sobre distintas especies de animales, que interesaron a Darwin. A su vez, las opiniones de Darwin interesaron a Muñiz, estableciéndose una correspondencia y amistad entre ambos, aunque, al parecer, no llegaron a conocerse personalmente. Tanto Darwin como Muñiz influyeron mucho sobre Florentino Ameghino (1854-1911) cuya labor paleontológica que empezó en 1875 tuvo resonancia internacional.

Como curiosidad reproducimos unos párrafos de una carta de Darwin a Muñiz: "No puedo adecuadamente expresar cuanto admiro el continuado celo de Usted, colocado como está, sin los medios de proseguir sus estudios científicos y sin que nadie simpatice con Usted en los progresos de la historia natural" (M. Solá, loc. cit. pág. 51). Es un ejemplo de las dificultades que siempre han tenido los científicos para desarrollarse en ambientes, sino hostiles, por lo menos indiferentes. La ciencia necesita, para su realización, abundantes cultores que la alienten con su calor y la estimulen con la competencia.

Un personaje importante de la segunda mitad del siglo XVIII fue el médico y naturalista español José Celestino Mutis, que radicado en Bogotá y siendo profesor de matemáticas del colegio del Rosario de esa ciudad, tradujo al castellano, alrededor de 1770, los *Principia Mathematica* de Newton (publicados en 1687). Al parecer Mutis utilizaba las ideas de Newton en su cátedra, adelantándose en varias décadas a otros países del continente. Con ello dio origen a una escuela científica moderna e importante y así, en 1820 se publicaron en Bogotá las Lecciones de Física de José Félix Restrepo en las cuales se introducía la enseñanza experimental, en oposición a los continuado-

res de una física escolástica. Fue también importante la labor de Mutis para la organización académica de la medicina en Colombia y, además, en 1783 fue director de una famosa *Expedición Botánica* que trabajó durante varios años por todo el trópico y cuyo resultado fue un voluminoso tratado titulado *Flora de Nueva Granada*, importante en sí mismo y también históricamente porque dio la oportunidad al libertador Bolívar para apoyar en 1815 su publicación, pues "las ciencias han inmortalizado siempre a los países donde han florecido". Ello es una prueba del apoyo de Bolívar al desarrollo científico. Otra prueba de su clara visión de futuro es la carta que dirigió a Humboldt diciendo "usted estará siempre con los días de la América presente en el corazón de los justos apreciadores de un gran hombre, que con sus ojos la ha arrancado de la ignorancia y con su pluma la ha pintado tan bella como su propia naturaleza".

En análogo sentido, el mismo Bolívar, en 1827, al reformar la universidad Central de Caracas para modernizarla, escribe que desea "una universidad autónoma, dotada de bienes para preservar esa autonomía, con una amplia libertad de cátedra, con un alto contenido científico, con una sólida estructura rentista y al servicio de todo el estudiantado, sin que nadie sea excluido de las aulas por el color de su piel, por sus creencias religiosas o por carecer de recursos económicos". Difícil de expresar en tan pocas líneas un programa de acción tan acertado y moderno (Tulio Arends, *Bolívar y los científicos*, Quipu, 4, 2 1987).

Entre 1839 y 1859 actuó en Venezuela la llamada Comisión Coreográfica, dirigida por el italiano Agustín Codazzi (1793-1859), para levantar planos del país, delinear fronteras, hacer estadísticas de los recursos naturales y describir las costumbres y razas de la población.

Notemos que muchas de las expediciones y viajes por Hispanoamérica dieron lugar a libros y publicaciones, que aparte de su valor científico, sirvieron para difundir conocimiento, al estilo de lo que llamamos hoy "divulgación científica". En este sentido, el primer ejemplo de periodismo científico fue Francisco Castro de Ordóñez, que acompañó a la expedición marítima española diri-

gida por el almirante Luis Hernández de Pinzón, la cual entre 1862 y 1866 recorrió las costas, principalmente las del Pacífico, y también gran parte del interior de América del Sur, "con el objeto de practicar, durante la navegación y en los distintos puntos adonde arribe la expedición, cuantas investigaciones puedan conducir al adelantamiento de los diversos ramos que comprenden las ciencias naturales y de recoger todos los objetos que con el propio fin puedan enriquecer las variadas colecciones que atesoran los gabinetes y museos de la Nación".

Castro, periodista y fotógrafo de profesión, escribió una colección de artículos en la revista madrileña *El Museo Universal*, describiendo con estilo periodístico, al alcance de todos, atinadas observaciones y curiosidades encontradas en el viaje. (José Antonio González Pizarro, *Artículos de Rafael Castro y Ordóñez en el Museo Universal (1863-1864) sobre las actividades de la Comisión de naturalistas españoles en América*, Quipu, vol 6, 1989, 109-118). Al lado de las observaciones sobre la flora y la fauna de los países nuevos, junto con las medidas geodésicas para determinar la posición exacta de las ciudades y los estudios geográficos y meteorológicos para describir el clima y construir defensas contra inundaciones y caminos para comunicaciones, otro factor que contribuyó mucho al progreso científico, sobre todo de la química y la mineralogía, junto con la metalurgia, fue la minería. Es decir, el estudio de las riquezas minerales y de las maneras más convenientes para su extracción y su tratamiento.

Muchas minas de oro, plata y otros minerales, eran ya conocidas por los indígenas antes de la conquista, pero se buscaron nuevos yacimientos y se perfeccionaron los métodos de extracción y purificado. La minería, con todas sus necesidades científicas adyacentes, se desarrolló principalmente en México y Perú (extendida a la actual Bolivia) desde el principio de la colonización. Ya en 1557 se experimentaron en México nuevos métodos para la separación de la plata de su mena, como el llamado método del patio (agregado de mercurio), importado por el sevillano Bartolomé de Medina, con lo cual la metalurgia en América alcanzó el primer nivel entre los países más avanzados.

En la segunda mitad del siglo XVIII, como reflejo de la ilustración española con Carlos III, hubo un marcado florecimiento de las ciencias en todos los países americanos, precursor de la independencia política alcanzada durante el siglo XIX. Gran parte de este progreso fue impulsado por las necesidades de la minería, de la metalurgia y de la salud. En México aparece, entre otros, la figura fundamental de José Antonio Alzate (1737-1799), de amplio conocimiento enciclopédico, autor de muchas publicaciones científicas sobre historia natural, medicina, geodesia y otros campos. Gran partidario de la ciencia como saber útil, escribía en 1787: "es necesario en Nueva España, que la minería progrese, para que sus habitantes puedan liberarse de la pobreza. Por esto todos los esfuerzos que se hagan para aumentar la extracción de plata de las entrañas de la Tierra, no son únicamente útiles, sino necesarios".

Para ordenar la legislación vigente y crear un colegio de metalurgia, fue nombrado en 1786 el mineralogista español Fausto de Elhuyar (en México) y después de varias tentativas y proyectos, en 1792 se puso en marcha el Real Seminario de Minería, con bien equipados laboratorios, con instrumental traído de Europa, y con el objeto de enseñar ciencias matemáticas y física experimental para una mejor conducción de las operaciones mineras. En este Seminario actuaron profesores del primer nivel, como Andrés José Rodríguez (matemático), Francisco Antonio Bataller (físico), el mismo Elhuyar (química) y Andrés Manuel del Río (mineralogía). También fue profesor del Real Seminario, durante el breve tiempo que estuvo en México (1803) Alexander von Humboldt, el cual en su *Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España*, publicado en París en 1822, comenta el alto nivel que encontró en los estudios del Seminario, equiparable con el de Europa, y también en la Universidad de México, mencionando por ejemplo a Joaquín Velázquez, como geómetra y geodesta, y a Antonio de León y Gama y José Antonio Alzate como astrónomos y científicos de valor (Juan José Saldaña, *The failed search for useful knowledge*: en lightened scientific and technological poli-

cies in New Spain, Cuadernos de Quipu, n° 2, México 1988).

Una observación interesante y sagaz de Humboldt, que retrata un temperamento muy común en la América hispana, incluso en nuestros días, y que debe tenerse muy en cuenta para explicar ciertos fenómenos como la emigración de científicos y el bajo rendimiento en la formación de recursos humanos, es la siguiente: "Es extraño —dice Humboldt— que la Casa de la Moneda y el Apartado (refinería), no empleen egresados de la escuela de minería, a pesar de lo beneficioso que sería para esas instituciones el conocimiento de los progresos modernos en química y mecánica... pues sus máquinas están lejos de la perfección alcanzada en Francia e Inglaterra". Es decir, se observa que ya en el siglo XVIII se daba el caso frecuente de que directores de amplia visión, como en este caso Elhuyar, se preocupasen por equipar sus institutos de excelentes bibliotecas y laboratorios, y de contratar los mejores profesores disponibles, para dar a sus alumnos una preparación sólida y eficiente, pero que luego el mismo Estado que ha financiado ese esfuerzo, no utiliza a sus egresados, que se malogran en el país o emigran al extranjero.

La medicina, por su evidente utilidad práctica, tuvo desde el principio un importante desarrollo, trasladándose rápidamente a los países americanos las corrientes más extendidas de Europa. Necesitaríamos mucho espacio para exponer, tan sólo sucintamente, la evolución de las ciencias médicas en Hispanoamérica. Nos limitaremos a señalar algunos hechos aislados significativos.

En 1570 se crearon en México y Perú los llamados protomedicatos, destinados a formar expertos en el arte de curar y de vigilar el ejercicio de la medicina. La extensión de los mismos a los territorios apartados de las delegaciones directas del gobierno central, fue lenta y excesivamente cautelosa. El protomedicato del Río de la Plata lo fundó el virrey Vértiz en 1779, dos siglos después. En 1801 se inauguraba en Buenos Aires la primera escuela superior de medicina del país, que el año siguiente fue puesta bajo la dirección del médico Cosme Argerich, prócer de la medicina argentina.

En la actividad privada, los avances se propagaban mucho más rápidamente. Así, en 1803, tan sólo 5 años después de su descubrimiento por el inglés Eduardo Jenner (1749-1823), el español Francisco Xavier Balmis, llevó a Venezuela la vacuna contra la viruela, y desde allí se propagó rápidamente y fue practicada en los demás países de Sudamérica.

El hecho fue bastante general: los descubrimientos médicos de Europa, durante el siglo XIX, llegaron a América con relativa velocidad. No así el fenómeno inverso, es decir, la exportación a los países más avanzados de los descubrimientos locales, tuvo siempre dificultades, por ignorancia o por falta de credibilidad. Existe, por ejemplo, el caso del médico Luis Daniel Beauperthuy (1807-1871), en Venezuela, que en 1854 estableció que la fiebre amarilla era transmitida por un mosquito (el "zancudo bobo de patas rayadas de blanco") y aunque publicó el trabajo en la Gaceta Oficial de Cumaná (1854) y en los Comptes Rendus de la Academia de Ciencias de París (1856, vol. 14, p. 692-693), no fue tenido en cuenta, hasta que los norteamericanos lo comprobaron en Cuba en 1900, casi medio siglo después.

Lo mismo ocurrió con el médico cubano Carlos Finlay, que en 1881 confirmó el resultado de Beauperthuy (sin conocerlo) pero tampoco se le hizo caso, a pesar de su comunicación a la Real Academia de Ciencias de La Habana (1881). Las causas de estos fenómenos, referentes a la poca credibilidad de los descubrimientos locales, han sido analizados por Walewska Lemoine, *Lo cognitivo y lo social en la resistencia académica*, Quipu, vol. 6, 1989, 79-91.

Durante la primera mitad del siglo XIX, a pesar de las luchas intestinas y guerras civiles, se iniciaron en casi todos los países las reformas educacionales tendientes a introducir estudios prácticos. En Colombia, por ejemplo, hubo el plan de estudios de Mariano Ospina Rodríguez en 1842, introduciendo en el bachillerato cátedras de química, botánica, física, álgebra y trigonometría, no sin la resistencia de los sectores tradicionalistas, partidarios de una enseñanza escolástica. Al nivel superior, durante el gobierno de Tomás Cipriano Mosquera (1845-1849), el secretario de gobierno Ale-

jandro Osorio insistía sobre la necesidad de los estudios técnicos, pues "las profesiones de médico o de abogado no deben considerarse las únicas que dan consideraciones o fortuna. La Nación no será verdaderamente independiente mientras no se desarrollen sus recursos materiales y se consulte sus intereses, y no podrán consultarse éstos ni desenvolverse aquéllos mientras siempre estemos sujetos al extranjero para construir una rueda hidráulica, dirigir un camino o levantar un puente" (Quipu, I, 3, 351-52).

* * *

En la segunda mitad del siglo XIX, el progreso científico fue notorio en todos los países de Hispanoamérica. La Nueva Ciencia, con su esencial base experimental, se impuso definitivamente, desapareciendo la enseñanza dogmática y escolástica que había hecho crisis en el mundo durante el siglo XVIII y que fue desapareciendo en América durante el siglo XIX, contribuyendo a ello los movimientos libertadores, que fueron en todas partes progresistas. Es curioso como, a pesar de la independencia de los países iberoamericanos, ellos y España siguieron evolucionando de manera análoga, con parecidos problemas, discusiones y dificultades. Sea por herencia o por la comunidad de idioma, salvo algunos años de desfase ocasionados por luchas intestinas, en lo referente al progreso científico, los caminos, proyectos, éxitos y tropiezos, fueron muy parecidos en este y en el otro lado del Atlántico. Sería muy interesante un análisis comparativo al respecto.

Lo ocurrido en la Argentina, como la creación de la Academia de Ciencias (Córdoba, 1869), la Sociedad Científica Argentina (Buenos Aires, 1872), el Observatorio Astronómico de Córdoba (1871) y la nacionalización y creación de universidades (la de Córdoba fundada en 1613, fue nacionalizada en 1854), fueron hechos que en mayor o menor grado tuvieron lugar en todos los países americanos de habla hispana o portuguesa.

Al llegar al siglo XX la importancia de la Ciencia y de la Tecnología era reconocida en todas partes, y así nacieron los Congresos Científicos Latinoamericanos: el primero en Buenos Aires (1898), con 13 países representados y 552 participantes el segundo en

Montevideo (1901), con 11 países representados y 839 participantes y el tercero en Río de Janeiro (1905), con 17 países representados y 836 participantes. En el cuarto Congreso se incluyó a los Estados Unidos de Norteamérica y se llamó el Primer Congreso Panamericano, teniendo lugar en Santiago de Chile (1909) con 20 países representados y 2238 participantes, presentándose 742 trabajos, de los cuales se publicaron 450 en las memorias del Congreso. Estos datos son un índice, en cuanto a la extensión, a que había llegado el interés por la ciencia y la tecnología en los países americanos. Un detalle sobre estos congresos se puede ver en el artículo *Ciencia y Tecnología en América Latina a principios del siglo XX: Primer Congreso Científico Panamericano*, por F. R. Sagasti y A. Pávez, Quipu, vol. 6, 1989, 182-216.

Después de la segunda guerra mundial, o sea, después de 1945, la ciencia experimentó un desarrollo explosivo en todo el mundo. Los países de Hispanoamérica no podían quedar a la zaga y así, a partir de la mitad del siglo, en casi todos los países se crearon consejos de investigaciones científicas y técnicas, como ser el Consellio Nacional de Pesquisas (CNP) del Brasil (1951), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de la Argentina (1958), el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) en 1959 y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) en Venezuela (1967). Lo mismo ocurrió en Colombia (COLCIENCIAS), en México y prácticamente en todos los demás países. Las Comisiones Nacionales de la Energía Atómica, creadas también en casi todos ellos, contribuyeron al desarrollo de la física, de la química y de la metalurgia.

Otra característica general fue el envío, en número significativo, de becarios al extranjero, para que se formasen en las mismas fuentes y pudieran, a su regreso, elevar el nivel de su país. Mucho se ha discutido, siempre con los mismos argumentos que se repiten una y otra vez, sobre la conveniencia o no de gastar en el envío de becarios, pero analizando casos y tomando promedios, se llega siempre a un saldo positivo. Se pueden también contratar científicos

extranjeros, sin que una cosa sea incompatible con la otra, sino que se complementan. Se dice a veces, en su contra, que los becarios se acostumbran a ambientes y metodologías de trabajo que luego no encuentran en su país. Ello es cierto, pero si se trata de ambientes y metodologías que han resultado excelentes, nada de malo hay en que intenten luego importarlos a su país de origen. Los problemas son diferentes en cada país, pero mientras no aparezca otro mejor, el "método" científico para tratarlos es el mismo en todas partes. Los métodos de Galileo y Descartes no fueron sólo útiles a Italia y a Francia respectivamente, sino que han tenido validez universal. Por eso tiene poco sentido, por lo menos en las ciencias naturales, intentar una ciencia nacional y sentir preocupación por el contagio de temas y metodologías de la ciencia de otros países. Otra cosa son las aplicaciones, que naturalmente ellas sí que deben elegirse según las necesidades de cada país.

La extensión es ya demasiado grande para que intentemos hacer la historia de instituciones, personas y logros vinculados con la ciencia en los países hispanoamericanos durante el siglo XX, principalmente en su actual segunda mitad. Cada rama de la ciencia debe ser analizada por separado. Refiriéndonos a la Matemática y como un índice de su desarrollo, sin duda análogo al de las demás ciencias, podemos observar que hasta comienzos del siglo no existían en Hispanoamérica, o no eran significativas, revistas de matemática al nivel de investigación original. Actualmente, revistas de esta naturaleza, cuyos trabajos son registrados y analizados en el *Mathematical Reviews* y el *Zentralblatt für Mathematik*, órganos internacionales de crítica bibliográfica en el campo de la matemática, las hay en muchos países, como Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Perú y Venezuela. Posiblemente, de carácter esporádico, las hay en todos los demás países.

Otro problema general con el que se enfrentan todos los países hispanoamericanos es el de la emigración de científicos, casi siempre en busca de unas mejores condiciones de trabajo. La emigración ha existido siempre, pensemos que Descartes fue a Suecia y Einstein a Princeton, aunque actual-

mente se hace más visible por el mayor número de científicos y técnicos involucrados. En general, el hombre ha buscado siempre canalizar sus energías a través del trabajo, que a la postre es la actividad más rentadora, buscando los lugares más apropiados para poder ejercerlo sin desviar su vocación. Actualmente, los trabajadores científicos buscan los lugares donde pueden realizar mejor sus tareas, trasladándose a los países que les ofrecen más posibilidades. En el fondo, la emigración no es demasiado mala, pues con la facilidad actual en las comunicaciones y con la interdependencia entre todos los países de las modernas tecnologías, aun estando lejos, cualquier científico puede ser útil y contribuir al desarrollo y bienestar de su país de origen, cualquiera que sea su lugar de trabajo.

Otro aspecto interesante, que está teniendo influencia creciente en el desarrollo de la ciencia en todos los países, es la aparición en esta segunda mitad del siglo XX, de la investigación científica como profesión. Prácticamente hasta la segunda guerra mundial (1939-1945) los científicos tenían una profesión, de la cual vivían, como ser la cátedra universitaria o su actuación en laboratorios o industrias y, además, como complemento vocacional, no rentado, algunos de ellos se dedicaban a la investigación. Este es el origen de que los científicos creadores fueran objeto de admiración y se les rodeara de una aureola de personas sacrificadas para el bien de la humanidad. A mediados del siglo, al constatar que la investigación científica era una actividad rentable, apareció la profesión de investigador, es decir, el científico que "de manera exclusiva" se dedica a la investigación científica o tecnológica.

Esto ha motivado un crecimiento exponencial de los conocimientos científicos y,

con ellos, la necesidad de realizar congresos o reuniones entre especialistas, lo cual contribuye también a la unificación de los pueblos. Instituciones internacionales, como la UNESCO y la OEA, junto con muchas fundaciones creadas para ello, han contribuido mucho al actual crecimiento explosivo del número de científicos y de sus logros en las distintas especialidades.

Por lo que atañe a nuestros países americanos y sus vinculaciones con los pueblos de la península Ibérica, la aparición de esta comunidad de científicos, con análogos intereses y semejanzas en su polarización para tratar problemas y descubrir novedades, hace cambiar las relaciones mutuas y, seguramente, su influencia para formar una comunidad de naciones hermanas será grande y notoria. Este quinto centenario es una buena oportunidad para que América piense en su ciencia y en la importancia de contar con las opiniones y ayuda de sus científicos como componentes, tal vez los más necesarios, para una pronta integración, que inicie la entrada al tercer milenio con nuevas corrientes y modalidades basadas en los logros científicos y tecnológicos, disponiéndose a contribuir eficazmente en las nuevas características del progreso universal.

Las corrientes migratorias, en personas y en ideas, muestra la historia que cambian de rumbo con el tiempo. Hace 500 años, ideas, creencias y templos, vinieron de oriente, como el Sol. Tal vez no pasen muchos años para que, por su juventud y empuje, sean los países de occidente que fluyan hacia Europa para revitalizarla y ofrecerle, con amor, respeto y agradecimiento, sus arterias blandas y sus músculos ágiles y fuertes para que, todos juntos, puedan emprender la gran marcha hacia el próximo milenio de la esperanza.