

# Amistad y Progreso

*Los Congresos Científicos Pan-Americanos* abrieron una nueva época de intercambio científico no solamente dentro de los países de América Latina sino entre estos y los Estados Unidos. Figuras importantes como Albert A. Michelson, ganador del Premio Nobel en 1907, regularmente atendieron estas conferencias, así ayudando a difundir los últimos avances científicos en la región. Por medio de estos congresos, el libro analiza el emergente desarrollo de la ciencia local, las ideas difundidas a la región, al igual que los factores que afectaron la adopción de estas ideas.

*Rodrigo Fernós* estudió en la Universidad de Brandeis, la Universidad de Texas, y la Universidad de Minnesota. Actualmente enseña en la Universidad de Puerto Rico (Río Piedras), y es director del Instituto de la Ciencia y Tecnología en América Latina ([www.ictal.org](http://www.ictal.org)). Se especializa en la ciencia hispanoamericana a los principios del siglo veinte, y en las relaciones científicas entre la metrópolis y la periferia.

ISBN 1-59330-082-4



US \$16.95

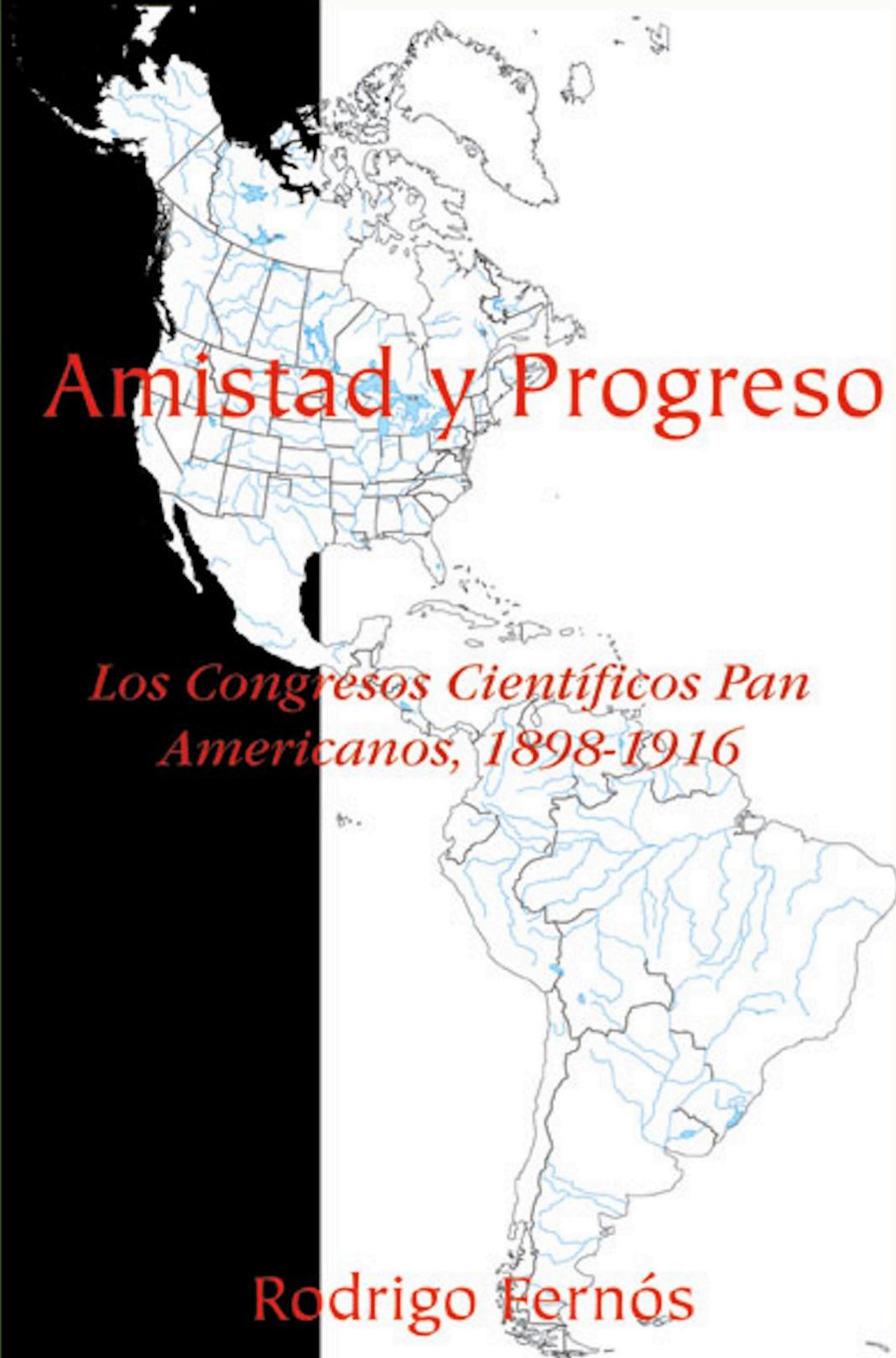
9 781593 300821

Amistad y Progreso  
Rodrigo Fernós

# Amistad y Progreso

*Los Congresos Científicos Pan Americanos, 1898-1916*

Rodrigo Fernós



“Amistad y Progreso”:  
Los Congresos Científicos  
Pan Americanos, 1898-1916

por

Rodrigo Fernós



Aventine Publishers LLC

*Para mis padres.*

Copyright © 2003, Rodrigo Fernós  
Primera Edición

Sin limitar los derechos establecidos por el “copyright”, queda rigurosamente prohibida la reproducción, almacenamiento, introducción a un sistema informático o transmisión parcial o total de esta obra, inclusive de la portada, por cualquier medio o procedimiento (electrónico, mecánico, químico, óptico, de grabación o de fotocopia), sin permiso previo, por escrito, del titular del “copyright” y del editor.

Published by Aventine Press, LLC  
2208 Cabo Bahia  
Chula Vista, CA 91914, USA

[www.aventinepress.com](http://www.aventinepress.com)

ISBN: 1-59330-082-4

Impreso en los Estados Unidos de América

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

## Tabla de Contenido

PREFACIO.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	9
<b>Capítulo 1</b> EL SUEÑO DE ROOT.....	11
<b>Capítulo 2</b> POR LA ORILLA DEL MAR.....	41
<b>Capítulo 3</b> LAS VARIABLES CEFEIDAS Y EL TAMAÑO DE LA FÍSICA LATINOAMERICANA.....	67
<b>Capítulo 4</b> ALQUIMIA NITROGENADA.....	99
<b>Capítulo 5</b> CIENTISMO TECNOLÓGICO.....	137
<b>Conclusión:</b> ¿CIENCIA EN LA PERIFERIA DESCARTADA?.....	157
APÉNDICES.....	165
• A) PRESENTACIÓN DE DON EDUARDO SUAREZ MUJICA SOBRE LA CIENCIA Y LA SOBERANÍA.....	167
• B) ANÁLISIS DE MARCEL LACHAUD SOBRE LA VELOCIDADES DE LAS MOLÉCULAS DE OXÍGENO.....	171
• C) Observaciones de Wilhelm Ziegler sobre la educación científica en Chile.....	173
• D) ESTUDIO DE BELISARIO DÍAZ OSSA'S SOBRE EL $\text{NaNO}_3$ .....	177
BIBLIOGRAFÍA.....	183
NOTAS.....	215

## Ilustraciones

FIGURA 1: SESIÓN DE APERTURA DEL 2CCPA.....	11
FIGURA 2: CENA EL 12 DE ENERO DE 1916.....	14
FIGURA 3: COMITÉ EJECUTIVO, 2CCPA.....	15
FIGURA 4: DELEGACIÓN MEXICANA.....	17
TABLA 1: DISTRIBUCIÓN NACIONAL DE LOS DELGADOS OFICIALES.....	18
FIGURA 5: MEDALLA DEL 2CCPA.....	24
TABLA 2: DISTRIBUCIÓN DE PRESENTACIONES POR TEMA.....	28
FIGURA 6: DELEGADOS DE LOS E.U. AL 2CCPA.....	29
FIGURA 7: SUÁREZ MUJICA EN REGALÍA.....	35
FIGURA 8: FOTOGRAFÍA DE GRUPO, 2CCPA.....	37
FIGURA 9: Valentín Letelier y Elihu Root.....	42
FIGURA 10: MAPA DE CURTIS DE VELOCIDADES RADIALES EN EL HEMISFERIO SUREÑO.....	53
FIGURA 11: DELEGADOS CHILENOS AL CONGRESO CIENTIFICO ARGENTINO (1910).....	69
FIGURA 12: LUIS RISO PATRÓN Y JOSÉ DUCCL.....	70
FIGURA 13: SEISMOGRAFO MODERNO EN EL COLEGIO DE BELÉN, CUBA.....	73
FIGURA 14: EL DISEÑO DE CANAL DE OBRECHT Y DIBUJOS DEL PLANETA MARTE.....	79
FIGURA 15: CALCULACIONES DE ECLIPSE SOLAR, OBRECHT.....	81
FIGURA 16: DIAGRAMAS DE CLASE, RISTENPART.....	82
FIGURA 17: DIAGRAMAS DE LA CLASE DE CÁLCULO DE OBRECHT.....	84
FIGURA 18: TUBO CATÓDICO “WEHNELT” Y HONDAS DE SONIDO MEDIDAS CON ESTE.....	94
FIGURA 19: INSTRUMENTO ALEMÁN DE RAYOS-X Y DEFLECCIÓN DE RAYOS BETA.....	96
FIGURA 20: DISEÑO DEL ALMACÉN.....	100
FIGURA 21: TRIANGULACIÓN DE CHILE, AMPLIFICACIÓN (RISO PATRÓN).....	102
FIGURA 22: DISEÑO DE MONTES DE TRIANGULACIÓN (RISO PATRÓN).....	103
FIGURA 23: EXPERIMENTO DE DIAZ OSSA Y CURVA DE RESISTENCIA.....	108
FIGURA 24; INSTRUMENTACIÓN QUÍMICA DE PABLO MORIOZOT Y JUAN ROCHEFORT.....	110
FIGURA 25: IMAGEN DE CURVAS PARA DIFERENTES TEMPERATURAS (MORIZOT).....	110
FIGURA 26: MODELAJE QUÍMICO DE LÍNEAS FARADAY Y MITOSIS, DIAMANOVICH.....	131
TABLA 3: DISTRIBUCIÓN NACIONAL DE AUTORES EN LOS ANALES, 1899-1930.....	143
TABLA 4: BACHILLERATOS DE UNIVERSIDAD DE CHILE, AÑOS SELECTOS.....	144

# Prefacio

*“Nace ese deber de circunstancias especiales.”*

—Dr. Pimentel,  
delegado Mejicano  
2LASC (1901)

Esto es una historia sobre la difusión y el consecuente desarrollo de la ciencia en América Latina. También se trata sobre las relaciones internacionales entre la región y los Estados Unidos, pero de manera secundaria.<sup>1</sup>

Aunque hoy podemos tomar la ciencia por como algo dado porque forma una parte tan central de nuestro mundo contemporáneo—tan visible y por lo tanto tan fácilmente criticada—ella es una cultura única y distintiva.<sup>2</sup> La ciencia es una manera muy específica de mirar a la realidad, de enfocar en ciertos aspectos y no otros. Por ejemplo, es materialista, pero no en el sentido que la mayoría de la gente usualmente define la palabra. No se refiere a una postura egoísta ni a una perspectiva financieramente orientada. En vez, se refiere a una perspectiva orientada a la materia física como tal. Así como cada individuo tiene su propia personalidad, cada objeto de la realidad física va a tener su propia característica que la filosofía natural—como así se llamaba—trata de descubrir. La ciencia tiene otras características también; es experimentalista, empírica, matemática, y mecánica. Esto ya dicho, aun así todavía no se entienda muy bien, como suele ocurrir.

Un ejemplo simple podrá ayudar: una silla de cocina. Todos podemos este objeto, pero como cada uno lo entendamos variará mucho de persona a persona. Algunos pensarán sobre el abuelo que antes se sentaba en ella, otros considerarán como esta corresponde a la decoración de la casa, mientras que otros quizás se concentren más en su diseño y construcción. Aunque la silla siga siendo la misma silla, la manera en que cada individuo la mire obviamente diferenciará; existirá también variaciones amplias dentro de las muchas perspectivas que surgen durante una vida larga. Similarmente, cuanto significado le damos a la silla también podrá diferir. Uno puede caminar por toda la cocina, pensando en mil otras cosas excepto en aquella silla que forma una parte tan central de nuestra vida común. Quizás pensemos en la comida que tenemos que comprar, en eventos sociales, o en cualquier problema que nos afecte mientras sentados en una silla de cocina. Pero

como esa silla afecta nuestra vida diaria y como moldea invisiblemente nuestro mundo Occidental es raramente el centro de nuestra atención. Hasta que haya un cambio—comiendo en un restaurante Japonés de sushi por ejemplo—es que nos empezamos a dar cuenta sobre nuestras asunciones etnocentristas.

En una manera no muy diferente a esta es como el mundo de América Latina, en mi opinión, ha tradicionalmente visto a la naturaleza. La ciencia ha tenido una posición no muy diferente a la del pobre en la sociedad Norteamericana como descrita por el literato Ralph Ellison—siempre presente pero invisible. También así se han visto los hombres que la han practicado.

La perspectiva científica no es ‘natural’ a América Latina aunque la cultura de la región es de origen Occidental. Su virtuosidad en el arena social no se ha trasladado hacia su contraparte en el mundo natural. El mundo físico en general no se consideraba como algo que se podía cambiar para el mejoramiento de la vida humana, sino como algo rígido y eterno bajo la gloria de Dios. Antes era un hecho al cual el hombre se tenía que acostumbrar—tal como la muerte. En Puerto Rico, mi región de origen, existen muchas claves que reflejan esta tradición.

La actitud fatalista tan común entre las generaciones antecedentes es quizás un ejemplo típico de como la ausencia de la ciencia afectó sus asunciones y ayudó a formar su identidad cultural. Igualmente, su arte ilumina las fundaciones de la perspectiva latinoamericana. Las pinturas del arte Colonial recrean figuras políticas y religiosas en un ambiente oscuro e arquitectónico interno en vez de presentarlas en la naturaleza externa, demostrando un cierto despecho por la naturaleza. Uno empieza a ver diferencias en la caracterización del medio-ambiente de estas pinturas—escenarios en que simplemente aparece o predomina el medio-ambiente—al principio de este siglo con el fin del colonialismo Español. Claves como estas y otras forman un cuadro coherente y uniforme de esta cultura cuando se consideran en su combinada totalidad.<sup>3</sup>

Mi propio descubrimiento personal de la perspectiva científica fue como una revelación religiosa. Viajando por cientos de años del pensamiento humano en un curso de historia, era como si uno mismo hubiese vivido en carne esa evolución intelectual. Pero quizás algo más importante fue el entendimiento que uno no tiene que vivir eternamente con el pecado original, metafóricamente hablando. O sea, que el fruto de los esfuerzos de uno no va a ser afectado solamente por la imperfección humana, sino que también por las exigencias y leyes del mundo natural. Una persona puede, con diligencia santifica, intentar cualquier proyecto o tarea, pero su entendimiento de los factores o fuerzas naturales

involucradas afectarán gravemente la probabilidad del éxito. Fuerza bruta, persistencia, y fortaleza—muchos de los componentes básicos del machismo—no serán suficientes. El recorrido intelectual de la ciencia vista por los ojos de su historia es una experiencia liberadora, y da pena que más personas no viajen por esta jornada fija.

Pero Puerto Rico no es la única nación donde se puedan obtener claves sugestivas. Observadores norteamericanos de la sociedad cubana al principio de siglo también se fijaron en los efectos curiosos de una cultura no-científica. Las mismas creencias sobre el hombre se pueden invisiblemente proyectar al mundo que le rodea. El método de unir el caballo a la carreta por medio de una soga amarrada a su cuello, sumamente dañino, fue usado por siglos sin ser cuestionado. Si el caballo se ‘agotaba’, el remedio más efectivo el látigo. Pero, como observaron los norteamericanos, un simple cambio del sistema hubiese hecho la labor del caballo más eficiente y eficaz. En esto y en otros aspectos, los Cubanos resistieron las sugerencias para mejorar sus vidas diarias, inapropiadamente definiendo los consejos como ejemplos de un imperialismo cultural—un argumento aceptado sin reflexión por algunos historiadores. Este ejemplo ilustra porque el hombre Occidental le da tanto énfasis al cambio y, más generalizado, al progreso. Cambiando nuestro mundo usando la razón, mejoramos nuestras vidas. Irónicamente, de acuerdo a estos observadores norteamericanos, los cubanos luego aceptarían la “norte americanización” ciegamente, destruyendo la naturaleza de su país y su cultura para entrar en el proceso de la modernización rápida.<sup>4</sup>

Como estos ejemplos ayuden a ilustrar, una perspectiva no-científica ha plagado a América Latina. Al nivel internacional, el hecho de que tal perspectiva exista se puede ver más claro en el pequeño número de premios Nóbel otorgados a los nativos de la región, un número tan pequeño que casi se pueden contar con una mano. La mayoría de estos también provienen solamente de una nación en el continente entero: la Argentina. Cualquiera que sea la validez de esta observación, ciertamente ha habido una deficiencia científica general que aun hoy existe.<sup>5</sup> Durante los años 1980, estadísticas mundiales revelaron que la producción científica en la región era una fracción minúscula en comparación con los EE UU, aunque la primera tiene un territorio geográfico mayor. Estos patrones son uniformes en la población latinoamericana aun cuando después de su inmigración a los EE UU Los hispanos en los EE UU constituyen un porcentaje pequeñísimo de los doctorados en la ciencia, y las naciones Latinoamericanas tradicionalmente han invertido una fracción mucho más pequeña de sus recursos a la ciencia en comparación a las naciones del primer mundo.<sup>6</sup>

A primera vista esta diferencia de producción científica es, quizás es algo sorprendente cuando uno considera sus áreas urbanas. São Paulo y Nueva York no se ven tan diferentes desde la distancia; las dos son ciudades completamente modernas. Pero los indicadores estadísticos sobre lo que esta pasando actualmente dentro de estas ciudades no se pueden negar como algunos historiadores han hecho. Ciertamente la falta de ciencia en la región ha ayudado a darle su propia y distintiva cultura, para bien o mal. Pero desafortunadamente, la inhabilidad de crear un etós científico también ha significado un estancamiento económico. Sus muy-visibles problemas económicos reflejan en parte su cultura interna, en comparación con otras naciones. Podemos observar que, aunque la Alemania fue destruida dos veces este siglo durante las guerras mundiales, siempre ha podido reconstruir su ‘imperio’ económico debido a una fuerte cultura científica. En cambio, los muchos problemas de América Latina la han plagado desde el periodo colonial, manteniéndola en un estado financiero retrasado. Esto no necesariamente quiere decir que la región no ha tratado de hacerse más científica o más próspera.

Mientras que los Estados Unidos entró completamente en la era industrial durante la segunda mitad del siglo diecinueve, a muchos Latinoamericanos les pareció obvio que tenían que alcanzarla. La popularidad de la filosofía positivista de Augusto Comte en varias partes de América Latina durante esta época nos habla del deseo por el progreso—independientemente si esta filosofía ayudó o no realizar tales metas.<sup>7</sup> Eventualmente emergieron una serie de congresos científicos nacionales que son el tema central de este libro: los Congresos Científicos Pan-Americanos (CCPAs).

Con la invitación de los Estados Unidos en 1908, los CCPAs rápidamente aceleraron el proceso de la difusión científica en América Latina durante la primera mitad del siglo veinte. Si la Inquisición durante el periodo Colonial había atrasado la transferencia de ideas hasta un goteo lento, los CCPAs rompieron el dique que creó un diluvio de ideas casi cien años después de su independencia. Patrocinados aproximadamente una vez cada cuatro años, estas crecieron exponencialmente en participación hasta que aparentemente llegaron a un ímpetu crítico. Delegados procedente de todas las Américas participaron en estas reuniones, compartiendo lo que habían descubierto, examinado, o teorizado. El estímulo intelectual fue tan cegante como las nuevas luces eléctricas de la era. Aunque los congresos no fueron el único medio durante las ideas científicas se difundieron, estos establecieron un interlace directo entre aquellas naciones ricas en la ciencia y aquellas en su pobreza. El potencial de los congresos para el mejoramiento de la ciencia local tuvo un valor incalculable.

Pero, dado la pobreza de la ciencia en América Latina de nuestro tiempo, ¿porqué entonces los CCPAs fracasaron en su difusión de la cultura científica a la región? ¿Porqué no ayudó a crear una nueva era en la cual América Latina tendría más prominencia en el mundo científico de la que tuvo actualmente? Otra vez, la pregunta es más compleja de lo que aparenta. Mientras que la lentitud de la difusión científica y el ‘fracaso’ de la ciencia latinoamericana durante el periodo Colonial es fácilmente entendible, este ‘fracaso’ hace menos sentido durante el siglo veinte. Varios países en el Oriente, quienes estaban mucho más atrasados al principio del siglo, han alcanzado los toques de la ciencia en una manera más veloz que toda Latinoamérica.<sup>8</sup>

Durante el periodo colonial, la ley arbitraria de España y sus tradiciones científicas medievales afligieron este sur Americano. Si los Estados Unidos habían obtenido un patrimonio científico de Inglaterra, su vecino sureño parecidamente había recibido la perspectiva única de su madre colonia—una no-científica. Aunque existía una tradición fuerte en el campo de la historia natural, desarrollada durante su tutelaje colonial, esta no era un proceso intelectual dinámico que buscaba o trataba de inventar nuevas ideas en la filosofía natural. No encontramos hombres como Carlos Darwin tratando de proveer conceptos sintéticos para entender los datos observados. Hasta es curioso señalar que fueron las observaciones hechas por Darwin en América del Sur las que proveyeron el estímulo para su teoría de la evolución, mientras que otros sudamericanos también habían observado hechos parecidos sin haber llegado a tales ideas—y ciertamente había una gran cantidad de naturalistas en la región.<sup>9</sup> La física y otras ciencias exactas también existían de manera relativamente descuidadas. Pero no deberíamos de ser demasiados criticos. Como el historiador Tomás Glick señala, las ciencias habían mejorado al final del siglo dieciocho, hasta el periodo de la independencia. La revolución, en comparación, fue terrible para el desarrollo de la ciencia latina. Muchos estudiantes de la ciencia fueron heridos fatalmente, infraestructuras se mantuvieron sin desarrollo, y todas las incertidumbres de la inestabilidad política hizo mucho daño a su crecimiento científico.<sup>10</sup>

Pero, con el comienzo del siglo veinte, hubo un cambio—una nueva ayuda había llegado. Los Estados Unidos para esta época se había convertido, o estaba en el proceso de convertirse, en un poder global. Aunque mantenía sus ideales aislacionistas, incrementalmente se vio involucrado en eventos mundiales, no solamente por interés propio pero también de un sentido de responsabilidad social. Durante el siglo veinte, los EE UU repetidamente han tratado de ayudar a América Latina ‘levantarse por sus botas’ como así se llamaba en Puerto Rico, al tratar

de estimular su desarrollo científico y tecnológico.<sup>11</sup> Los CCPAs fue uno de tales esfuerzos que sirvieron de precedente a la Alianza del Progreso de John F. Kennedy, o al programa global de Harry Truman llamado los Cuatro Puntos. Por ejemplo, uno de los programas iniciados por los CCPAs, que luego surgieron otra vez en la Alianza, fue el intercambio de académicos y estudiantes entre las dos regiones. Lo triste es que después de estos y otros esfuerzos, se ha reconocido que no siempre fueron fructíferos. Los programas de Kennedy tuvieron largos y amplios precedentes.<sup>12</sup>

El estudio de los Congresos Científicos Pan-Americanos (CCPAs) es un tema ideal en el que provee ricas fuentes de información que de otra manera se encontrarían en casos más pequeños y aislados. Cubriendo más de medio siglo de encuentros científicos, nos permiten trazar el avance de la ciencia en América Latina entre la Guerra Hispano-Americana y la Segunda Guerra Mundial. Se puede ver cuando una idea científica por primera vez fue discutida, y como exactamente floreció en suelo local. Aunque existen vacíos, como ocurren en muchos documentos históricos (escritos o no-escritos), se puede rellenar algunos de estos huecos usando bien-documentados estudios dentro de la historia de la ciencia. Existen factores intrínsecos e necesarios para el desarrollo científico que le dan un alto nivel de coherencia, y, por lo tanto, se pueden usar por como guía cognitivo independiente de los documentos disponibles. Tal historiografía es muy diferente a muchos otros tipos de historias. Existe una cierta “path dependency” al desarrollo científico.<sup>13</sup>

Aun así, no tenemos que depender en múltiples congresos consecutivos para identificar cambios científicos. Cualquier congreso da luz sobre difusiones científicas antecedentes a él, al igual que a la difusión directa de cualquier idea. Sabiendo que algo se discutió que no se había discutido anteriormente es una indicación obvia de cambios que ocurrieron entre congresos consecutivos. Igualmente, la ausencia o presencia de la continuidad de cualquier tema durante los congresos nos informa sobre qué preguntas eran consideradas las más importantes en su día—o sea, cuales eran los paradigmas existentes. Como los congresos eran esencialmente charlas entre científicos, el tema nos da también claves sobre la coherencia social de la comunidad. Dada la prominencia que se le dieron a los congresos, también se observa la mejor ciencia que América Latina tenía que ofrecer a sí misma y al mundo entero. La definición internacional de estos congresos indica que no eran eventos provinciales, sino completamente lo opuesto—eran arenas para el despliegue mundial de poder científico. Uno no pudiese pedir por mejor tema para su estudio.

Este libro se concentra en dos ciencias en particular: la física y la química.<sup>14</sup> Aunque al principio de siglo fue marcado por varias

revoluciones científicas, estas dos disciplinas son las más importantes, no solamente por su mérito intelectual intrínseco, sino también por sus lazos fuertes a la economía. Consecuentemente, estas dos ciencias nos ayudan a ampliar el contexto porque traen consigo factores que raramente se mencionan en otras ciencias, como por ejemplo la biología. Por lo tanto, proveen contrapuntos a las interacciones entre la ciencia y la economía descrita por Frank Safford sobre el periodo colonial.<sup>15</sup> Aunque mucho había cambiado, existían patrones de largo crecimiento. El “longue dureé” de la historia ha sido muy persistente. Que las dos ciencias también son muy influenciadas por la tecnología, y que ellas también la influyen, significa que su estudio al igual ilumina los motores del progreso económico en la región.

Como el lector podrá haberse dado cuenta, el libro trata de estudiar la influencia de dos factores históricos: la cultura y la economía. ¿Hasta que punto han inhibido o estimulado el progreso científico de la región? Otra vez, la respuesta no es lo que uno pensaría.

Mientras que preparaba un artículo para una revista Mexicana-Americana, tuve la oportunidad de entrevistar al Dr. Juan Sánchez, un Argentino que entonces era el vicepresidente interino de Investigación en la Universidad de Texas. Le pregunté directamente por su opinión sobre el lento crecimiento de la ciencia en América Latina. Para él, la respuesta era bastante simple: el dinero—o más específico—la falta de este. La escasez de capital en la región significa que la región no podía competir con sus colegas Occidentales en los grandes proyectos y así contribuir nuevas ideas—ciertamente un punto muy válido en el mundo moderno de ‘big science’.<sup>16</sup> Por ejemplo, cuando se considera el proyecto multimillonario recientemente completado en el Japón—la construcción de una piscina gigante dentro de una montaña para detectar neutrinos—es obvio que para la mayoría de los países Latinoamericanos tal proyecto sería algo demasiado extravagante. Cuando le pregunté al Dr. Sánchez si pensaba que la cultura tenía algo que ver con este estancamiento, él opinó en lo negativo. El Sr. Sánchez tiene un punto. Como William McNeil escribió en su *Rise of the West*, uno no puede usar como explicación histórica ideas tan generalizadas como la ‘cultura’. No habría espacio para el personaje histórico, la voluntad humana, o la circunstancialidad de los eventos mismos; la historia no es un ‘suis generis’ de manera Durkiana y los humanos no son máquinas ciegas. Pero la pregunta no es tan simple.

La sugerencia que la cultura ha inhibido la ciencia de América Latina no quiere decir que los latinoamericanos somos malos inherentemente científicos. En contraste con la cultura norteamericana, existe una

vitalidad intelectual en los latinoamericanos, que se traduce en estar tan abiertos para la expresión sus justas ideas y sensitivas opiniones. Si el progreso intelectual depende de este tipo de intercambio verbal, es cierto, entonces, que las fundaciones están ahí. Unos compañeros académicos de Egipto me contaron que cuando llegaron a los EE UU, pensaban que encontrarían un paraíso intelectual. En cambio, lo que encontraron fue un desierto con oasis localizados en uno que otro punto—una experiencia muy común. Muchas universidades de los EE UU no tenían la riqueza intelectual que se les habían anunciado. Parece que el énfasis cultural mercantil, la falta de áreas públicos y comunicación directa personal—todos síntomas del progreso—han tenido irónicamente su efecto negativo. Aunque estas observaciones son claramente subjetivas, son fortalecidas por el hecho que la mitad de los estudiantes doctorales de ciencia en los EE UU no habían nacido ahí.<sup>17</sup>

Lo que le estaba sugiriendo al Dr. Sánchez era que la cultura juega un papel mucho más elusivo y complejo de lo que se le reconoce generalmente. El científico mismo de no es estimulado para escribir sobre sus experiencias personales, quizás porque, al quizás no están muy conscientes sobre los factores afectándolos. Pero el problema es más grave para el científico de América Latina quien raramente escribe sus memorias personales, quizás porque no se ha destacado en término de reconocimiento mundial. Mientras que hay pocos documentos para los científicos que participaron en los CCPAs, existen una tremenda cantidad de información sobre aquellos científicos que atendieron conferencias en Europa o América del Norte. Ese estímulo, creado por una audiencia mundial, generalmente no la siente el científico del tercer mundo, y por lo tanto sus experiencias personales son más amables al sufrimiento del olvido con el paso del tiempo. El universalismo de la ciencia irónicamente manda a la obscuridad a aquellos que no hacen su marca. Obviamente, esto no necesariamente significa que ellos eran menos importante de un punto de vista local o nacional.

Este libro tratará de elucidar aquella invisibilidad que el científico latinoamericano del pasado vivió, pero que no pudo completamente marcar en la historia recordada.

## Agradecimientos

Primero que nada, quisiera agradecer al personal de la Colección Latino Americana Benson en la Universidad de Texas en Austin. Los historiadores no pudiesen existir sin sus recursos primarios, y estos recursos como tal no existirían sin el cuidado delicado de los bibliotecarios. El personal fue muy amable y servicial en su balance entre el acceso y la preservación. La institución es un recurso valuable para todos Latino Americanos, a pesar de su pequeño tamaño relativo a las grandes bibliotecas estadounidenses. El personal de las varias bibliotecas del sistema de la Universidad de Puerto Rico también fue muy servicial en la identificación de recursos secundarios relevantes—aun cuando estos no se encontraban en los anaqueles. Es algo imperdonable que los pocos recursos bibliotecarios de la isla no son más valuados por la comunidad estudiantil. Muchos no se dan cuenta que, aunque las bibliotecas locales son pequeñas en comparación con normas Estadounidenses, estas tienen un mayor número de recursos que la gran mayoría de las bibliotecas que se encuentran en las naciones del África, el Caribe, o en América Latina.

Hay algunas personas cuya ayuda fue particularmente valiosa en la creación y terminación del libro. J. B. Nielsens y Tor Neilands en Berkeley ofrecieron comentarios editoriales en los primeros manuscritos del libro. La maravillosa Michelle Mayfield tomó tiempo de su profesión en la economía doméstica “Maxweliana” para hacer detalladas correcciones, como así lo hizo el periodista chileno Yanko Farias con la versión en español. Joseph McElrath ayudó con la investigación cuando no pude llegar a los archivos. Una clase de “Ciencia colonial” con Roderick Home, un historiador australiano de la ciencia, me ayudó establecer las fundaciones historiográficas del libro. También estoy muy agradecido a los profesores John Eyler y Bruce Hunt por balancear delicadamente aquellos requisitos entre rigor intelectual y sensibilidad psicológica durante nuestras muchas charlas. Igualmente quisiera extender mis gracias al famoso historiador de la tecnología, Edwin Layton. Él tuvo nada que ver con el libro—excepto por aquellas lecciones importantes en sus seminarios difíciles. El Prof. Alfredo Torruella, Sr., profesor de física en la Universidad de Puerto Rico asistió en el proyecto. Sus invitaciones a los coloquios en el campus de Río Piedras me dio estímulo académico mientras que escribía el libro.

Finalmente, mis padres, Gonzalo Fernós López y Patricia Roanne Riddick, tuvieron un papel muy importante. Quizás el hecho que uno viene de América Latina y el otro de los Estados Unidos influencia el tono del libro. Ciertamente se puede decir que sin su ayuda, nunca hubiese podido completar el libro.

R. F.

San Juan, Puerto Rico

21 de mayo de 2000

# Capítulo 1

## El Sueño de Root: Los Congresos Científicos Pan-Americanos y El Deterioro de la Ciencia en América Latina

*La verdad no reconoce fronteras nacionales.*  
—Presidente Woodrow Wilson (E.U.)

No deberíamos dejar que nos engañen, y menos aun que nos engañemos a nosotros mismos. El Segundo Congreso Científico Pan Americano (2CCPA) fue el quinto de una serie de reuniones latinoamericanas, pero el primero auspiciado por los Estados Unidos. Si muchos de los congresos anteriores fueron diseñados para estimular internamente el emergente trabajo científico, este congreso en particular fue diseñado para compartir aquellos adelantos científicos y tecnológicos ya obtenidos por “la gran hermana del norte” con sus vecinos al sur. Pero quizás aun más importante para su anfitrión, era el hecho que, como se celebró al principio de la Segunda Guerra Mundial, el 2CCPA también fue diseñado para unir a las dos culturas divergentes de las Américas: la de origen Ibérica y la de origen Anglosajona. Solamente mediante la ciencia, se pensaba entonces, es que se podría obtener un Pan-Americanismo genuino.



Figura 1: Sesión de apertura del 2CCPA<sup>18</sup>

Como sede, la ciudad de Washington, D.C. durante las Navidades de 1915 tuvo más de 1,000 delegados representando 21 naciones, 650 universidades, y 350 organizaciones científicas y comerciales de los EE UU y América Latina.<sup>19</sup> Este número de participantes sobrepasó aquel de todos los previos congresos de América Latina y sobrepasaría los que le seguirán. Solamente los individuos recomendados por sus gobiernos respectivos fueron invitados como delegados. Embajadores y diplomáticos de todas las naciones sudamericanas también atendieron el evento, al igual que líderes políticos de los EE UU tales como el Secretario de Estado Robert Lansing y el Vicepresidente Thomas R. Marshall. En el último día del congreso, el Presidente estadounidense Woodrow Wilson se dirigió a los delegados. Fue tan alta la demanda para la asistencia a su presentación, que esta local tuvo que ser trasladada desde el relativamente pequeño edificio del *Pan-American Union* hacia el más amplio *Memorial Continental Hall*. Hasta William Jennings Bryan tuvo la oportunidad de decir una palabra o otra durante las conferencias del congreso.

El congreso fue dividido entre 9 secciones que cubrían casi todas las disciplinas académicas.<sup>20</sup> Aunque este encuentro no fue ‘científico’ en el estricto sentido de que sus temas trataban solamente con el mundo natural, es difícil imaginarse un congreso tan amplio hoy en día. Luminarios de la ciencia norteamericana que atendieron al 2CCPA incluyeron a los señores: Elmer Sperry, C. D. Perrine, Frederic Sears, William C. Gorgas, William H. Welch, A. L. Kroeber, Franz Boas, Hiram Bingham, W. H. Holmes, y otros.

El Congreso de los EE UU donó \$85,000 para su organización, mientras que la Fundación Carnegie proveyó unos \$100,000 para transportar y acomodar a un tercio de los delegados. Característica típica de la era científica estadounidense a principios de siglo, la filantropía privada continuaría a ejercer un papel destacado en el desarrollo de la ciencia—función que el gobierno nacional no adoptaría seriamente hasta la Segunda Guerra Mundial.

La descripción de Charles Davenport en la revista estadounidense *The Outlook* reflejó claramente el valor que entonces se le otorgaba a estos congresos:

But it was much more than that [a scientific congress]....it was a political congress of vast significance. Hundreds of selected representatives ... educators, scientists, officials, talked together, walked together, ate together, thought together, for two precious weeks of the world's history. ... [It had] a seriousness of purpose

and an earnestness of international conviction which will render it permanently notable in the history of the Western hemisphere.<sup>21</sup>

La ceremonia de apertura y los eventos siguientes demostraron la solemnidad de la ocasión. Empezó en el *Continental Memorial Hall* a la 10:30 de la mañana el 27 de diciembre con la presencia de miembros de las fuerzas armadas de los EE UU, rodeados por las banderas de todas las naciones Americanas. John Barrett, Secretario general de la Unión Pan-Americana, fue el primero en hablar. Luego le siguió el Presidente del ICCPA, Don Eduardo Suárez Mujica (Chile), y después Lansing y Marshall. Finalmente, un coro de 125 voces cantaron el himno Pan-Americano, produciendo un estallido de aplausos largos y fuertes.<sup>22</sup>

La ciudad de Washington D. C. abrió sus puertas al evento. La mayoría de las sesiones se sostuvieron en varios hoteles donde los mismos delegados residían. La sección tres se presidió en el “Oak Room” del hotel Raleigh; la sexta sección en el vestíbulo del Shoreham; y la sección nueve en el “Small Ballroom” del Willard. En comparación con congresos previos, existía un elemento organizacional genuinamente democrático en el sentido de que las cenas fueron descentralizadas siendo localizadas en casas privadas esparcidas por toda la ciudad. Por ejemplo, el 28 de diciembre, algunos miembros fueron a la sección 800 de la Calle Dieciséis para una cena con el Senador James W. Wadsworth, mientras que otros fueron a la Calle Massachussets 2012 para otra auspiciada por la señora de Samuel Spencer. Líderes gubernamentales muy prominentes también dieron cenas ese mismo día—como aquella en la Avenida Massachussets 1515 por Charles S. Hamlin, Gobernador de la Reserva Federal, o en la Calle H 1607 por el Comisionado de Patentes, el señor Thomas Ewing.<sup>23</sup> Algunos pensaban que era algo poco común que los ciudadanos norteamericanos aceptasen dentro de sus propias casas a los delegados visitantes. “Never before had this been done to any such extent in any international gathering, and it naturally had the effect of bringing visitors into closer and more cordial relations with each other as well as with their heroes in the United States.”<sup>24</sup>

La última cena fue auspiciada en la Casa Blanca por el Presidente Wilson. Es curioso mencionar que como faltaba espacio para todos aquellos que habían sido invitados, la línea de comida salió fuera del comedor, por el Cuarto Azul, bajando las escaleras, para llegar hasta la entrada de la tesorería dos horas después de que empezaron a servir la comida. El Presidente Wilson se había parado en frente de la Casa Blanca, dándole la mano a todos los delegados mientras que estos entraban a su casa—algo que tuvo que haber sido un acontecimiento en sí mismo.<sup>25</sup>

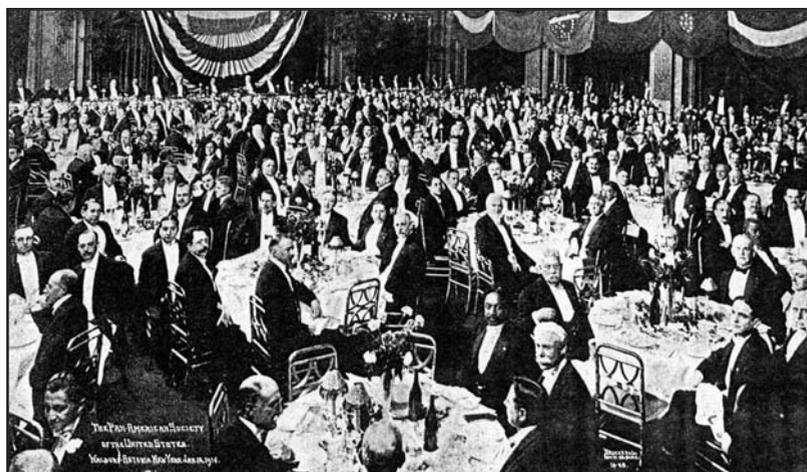


Figura 2: Cena el 12 de enero de 1916<sup>26</sup>

Un número de eventos sociales habían sido organizados durante el congreso para más cercanamente unificar los dos continentes. Durante el último día, medallas de bronce y plata fueron distribuidas a los delegados correspondientes. En cada una estaba impreso, “Amistad—Solidaridad—Progreso por medio del Logro Científico” bajo dos figuras norte y sudamericanas dándose la mano.<sup>27</sup> Un número de “smokers” fueron dados al atardecer—eventos sociales de caballeros celebrado en el *Cosmos Club*. Hubo también un “air show” por Juan Domenjoz, quien hizo un “loop de loops” en frente del edificio de la Unión Pan-Americana el 4 de enero. La despedida del año fue celebrada por una gala en el Teatro Nacional, seguida por celebraciones en el Hotel Willard. Como la mayoría de los delegados habían sido acompañados por sus esposas, hubo mucho baile y otros eventos no-científicos. Casi todos estos eventos fueron auspiciados por representantes estadounidenses. La única excepción parece haber sido aquella por la delegación Chilena en su embajada de la Calle 16 1013 el 29 de diciembre. Otras actividades científicas ‘extra-curriculares’ incluyeron lecturas por W. W. Campbell, entonces presidente de la *American Association for the Advancement of Science (AAAS)* y director del Observatorio Lick. Su presentación trató sobre las estrellas del hemisferio sur. También hubieron proyecciones de películas sobre la manufactura en los E. U. de comodidades comunes tal como el vidrio y el cemento.<sup>28</sup>

Después de que terminó el Segundo Congreso Científico Pan-Americano, sus delegados fueron invitados a visitar universidades estadounidenses entre el 10 al 16 de enero. Estas incluyeron: Johns Hopkins, Pennsylvania, Princeton, Columbia, Yale, y Harvard. Alberto

Gutiérrez, delegado de Bolivia, luego de esta jornada informó a su gobierno que estas universidades se caracterizaban por su igualdad—o sea que había muy poca de esa diferencia de clase que afectaban las universidades latinoamericanas. Aunque una cierta jerarquía definitivamente existía, era una que se basaba principalmente por el logro académico—era meritocrática en vez de nepotista. La universidad de Johns Hopkins particularmente era una de la “más modernas e importantes en la Unión.”<sup>29</sup> Una cena especial al final del congreso fue también organizada en el *Waldorf Astoria* el 12 de enero con una invitación selecta de 600 huéspedes para agradecerles su participación. Y con buena razón.

\* \* \* \* \*

Los Congresos Pan Americanos como el 2CCPA anunciaron una nueva era en las relaciones científicas entre los EE UU y América Latina. Como hemos visto, el 1CCPA fue llevado a cabo en Chile en 1908, mientras que el Octavo Congreso Científico Americano se sostuvo en 1940, aparentemente el último de su tipo. Estos CCPA estimularon el crecimiento rápido de otros congresos científicos Inter-Americanos más especializados, y así promoviendo la difusión de la ciencia desde los países ricos en ella hacia aquellos en su pobreza. Estos congresos Inter-Americanos incluyeron: La Primera Conferencia Inter-Americana de Aeronáutica (1916), la Conferencia Inter-Americana de Comunicaciones Electrónicas (1924), La Primera Conferencia Pan-Americana de



Figura 3: Comité Ejecutivo, 2CCPA<sup>33</sup>

Ingenieros (1929), el Primer Congreso de la Asociación Médica Pan-Americana (1929), La Primera Conferencia Inter-Americana de la Radio (1937), El Congreso Botánico Sud-Americano (1938), y La Conferencia Inter-Americana de la Agricultura (1940).<sup>30</sup> Congresos más especializados, panamericanos o solamente latinoamericanos, se han proliferado rápidamente en décadas recientes.<sup>31</sup> Es algo raro que se le han dado poco escrutinio académico, sea por historiadores de América Latina o historiadores de la ciencia.<sup>32</sup>

Aunque los EE UU obtuvo una posición dominante más tarde en la historia de los congresos, estas conferencias científicas inter-Americanas no era de origen estadounidense, sino que originaban de su contraparte al sur. Los CCPAs se habían formado de una serie de conferencias científicas limitadas a la participación latinoamericana en sus capitales: el 1CCLA en Buenos Aires (1898), el 2CCLA en Montevideo (1901), y el 3CCLA en Río de Janeiro (1905). Hubo un sobrepazo en 1908 entre estos congresos; el Primer Congreso Científico Pan Americano también había sido el Cuarto Congreso Científico Latinoamericano (4CCLA/1CCPA), realizado en una ciudad capital. Entonces se había decidido ampliar la participación internacional, pero no necesariamente para incluir a los Estados Unidos como un miembro.

Los primeros cuatro CCLAs obviamente habían sido un fenómeno del cono sur; Argentina, Uruguay, Brasil, y Chile sirvieron respectivamente como países anfitriones. (véase Tabla 1.) Aunque los países en el norte de América Latina, incluyendo a Venezuela y México, participarían, su actividad había sido relativamente pequeña en los primeros congresos—un punto bien reconocido por los chilenos durante la planificación del 4CCLA/1CCPA.<sup>34</sup> Por lo tanto, el 1CCPA trató de ser un fenómeno genuinamente inclusivo al propoositamente evitar los errores de sus predecesores. México y los Estados Unidos estarían representados, aunque todavía sería dominados por los países del cono sur. Los congresos que se formaron después de la Segunda Guerra Mundial quitarían el “Pan” o “Inter” de su título. Estos llamados, Congresos Científicos Americanos (CCAs) se sostuvieron en Lima (1924), la Ciudad de México (1932), y otra vez en los Estados Unidos (1940).<sup>35</sup>

Los CCLAs, CCPAs, y CCAs habían emergido de una serie creciente de interacciones entre científicos locales del cono sur. Ya para el 1898, por ejemplo, se habían formado cinco congresos científicos nacionales en Chile. Pero el crédito formal para el movimiento como tal, los CCPAs, se atribuyen a la Argentina, quienes habían creado el primer congreso en 1898.<sup>37</sup> Para la celebración de sus 25 años de existencia, la Sociedad Científica de Argentina decidió invitar a las otras naciones para



**Figura 4: Delegación Mexicana<sup>36</sup>**

que participasen en un congreso exclusivamente Latinoamericano. El desarrollo de la sociedad y su historia indica la emergencia y ímpetu de las organizaciones científicas en América Latina durante el último cuarto del siglo diecinueve. Este incremento en la actividad científica local parece haber creado una demanda inicial para una serie de contactos más diversificados de los que ya se tenían, creando la demanda para su amplificación. Una excepción parece haber sido México, en donde la relación entre lo ‘global’ y lo ‘local’ había sido invertido. Este país no formaría su primer congreso científico nacional hasta el 1912, mucho después de que los CCPAs y CCLAs habían sido creados.<sup>38</sup> Mientras que algunos científicos latinoamericanos habían participado en congresos científicos europeos, parecen haber sido una minoría.<sup>39</sup>

Aunque el número total de los delegados oficiales era mucho más pequeño que el número total de los participantes durante el 1CCLA, las naciones del cono sur (Argentina, Uruguay, y Chile) habían proveído la mayoría de sus 526 participantes. También podemos notar que, en contraste a los CCLAs que le siguieron, el 1CCLA era uno de los congresos más estrictamente científicos. Solamente 23 presentaciones (20%) se dieron dentro de las ciencias sociales, mientras que las ciencias naturales y la medicina sumaban unas 88 ponencias dentro de un total de 111. Como podemos ver—esto marcó un patrón muy diferente de los congresos que le siguieron.<sup>40</sup>

País	1CCLA	2CCLA	3CCLA	1CCPA
Argentina	8 (19%)	126	74	377
Bolivia	—	—	5	52
Brasil	—	16	474 (68%)	51
Chile	8	40	13	1,119 (59%)
Colombia	—	—	7	7
Costa Rica	—	—	3	—
Cuba	—	—	2	5
El Salvador	—	—	1	2
Ecuador	3	2	4	5
Guatemala	—	1	3	19
Haití	—	—	1	4
Honduras	—	1	2	2
México	3	2	5	32
Nicaragua	—	—	2	1
Panamá	—	—	—	4
Paraguay	1	3	8	4
Perú	8	7	11	63
Rep.Dom.	—	—	—	2
EE UU	—	—	—	55
Uruguay	8	536 (73%)	80	31
Venezuela	2	—	2	1
Total	41	734	697	1,899

**Tabla 1: Distribución nacional de los delegados oficiales**

Sea o no válida la percepción, el 1CCLA fue definido en su tiempo como un tremendo éxito, así estimulando el crecimiento de futuros congresos—un primer paso importante en el desarrollo de la ciencia latinoamericana. De acuerdo al Secretario General del ICCPA Eduardo Poirier, la asistencia a los congresos fue la siguiente: 1) 552 miembros 2) 839 miembros, 3) 863 miembros, 4) 2,238 miembros.<sup>41</sup> El privilegio y significado de ser sede de congreso creció tanto que eventualmente un igual número de conflictos surgieron entre los delegados para este honor. Pero el crecimiento de los CCPAs revela unos patrones persistentes dentro de la ciencia latinoamericana, algunos de los cuales podrían ser atribuidos como el resultado de una incrementante hegemonía estadounidense sobre la región.

El Segundo Congreso Científico Latino-Americano fue sostenido en Montevideo, Uruguay. Como en los congresos antecedentes, la

mayoría de los delegados vinieron del cono sur, Argentina subiendo al tope en la lista de extranjeros con 37 delegados oficiales, seguido por Chile con 4. Pero, en fin, Uruguay proveyó el porcentaje más grande de representantes: 73%.<sup>42</sup> Oficialmente tenía 28 representantes en contraste con los 20 de Argentina. También se debería de notar que el número total de páginas dedicadas a las ciencias naturales empieza a decaer. El número de presentaciones en las ciencias sociales sube, representando la mitad del total de 209. En contraste, hubieron solamente habían unas 31 presentaciones en las ciencias básicas, y 80 en las ciencias aplicadas (incluyendo la medicina, cuyo tenía la sección más grande.)<sup>43</sup>

Estos patrones se repitieron en los dos próximos congresos. La nación anfitriona, en particular su ciudad capital, dispuso el número más grande de participantes, mientras que el porcentaje en las ciencias naturales en estos ‘congresos científicos’ decaía. Brasil obtuvo el porcentaje más alto del total de delegados, 68% de unos 697 durante su 3CCLA, mientras que los Chilenos quienes proveyeron solamente un 50% de participantes, llenaron los congresos con un número total de 1,119 participantes. Inversamente, el porcentaje de ponencias dedicadas a las ciencias básicas siguió bajando—desde un 20% en el 3CCLA, pasando por un 15% en el 1CCPA, a un 7% en el 2CCPA.<sup>44</sup> Paul Reinsch, delegado de los EE UU, opinó que la sección de ciencias sociales había sido, “algo sobre poblada con materiales”, y que también se había incluido un número muy grande de disciplinas no estrictamente científicas, tales como el arte y la literatura.<sup>45</sup>

Es importante notar que, aunque se le dio alguna discusión a la revolución emergente de la física en los primeros congresos, el tema se desvaneció casi completamente para el 2CCPA. El cambio entre los dos congresos ocurrió durante un tiempo en el cual se había hecho claro para el mundo científico que algo nuevo había surgido en la física. Aunque la mecánica cuántica no sería desarrollada hasta la mitad de los años 20, señales de problemas en la mecánica clásica y la probabilidad de una nueva física habían surgido más de una década antes. Roentgen descubrió los rayos X en 1895, generando una sensación mundial; Planck introdujo su concepto del cuanto en 1900; los ahora-famosos artículos de Einstein en el *Annalen der Physik* aparecieron en 1905; y para 1913 Bohr había publicado su modelo del átomo de hidrógeno. Una conferencia Europea dedicada específicamente al fenómeno cuántico se había formado en el 1911—en la cual Henri Poincaré aludió con precisión las potenciales consecuencias revolucionarias.<sup>46</sup> Por lo tanto, es algo sorprendente que el tema no se hubiese incluido en la agenda del 2CCPA—más sorprendente aun cuando se considera la proximidad de los científicos

norteamericanos a sus colegas de Europa. Robert Millikan, por ejemplo, al tratar de refutar la teorías de Einstein, irónicamente llegó a darles verificación experimental para el 1910 en la Universidad de Chicago. El lector debería de recordar que el 2CCPA fue auspiciado y organizado por los Estados Unidos, no por una nación de América Latina—así haciendo la ausencia de la física moderna más sorprendente.

Aunque se podría señalar que el numero total de presentaciones científicas incremento durante los congresos, es justo decir que el carácter científico de los mismos había disminuido. Aunque hubo un crecimiento total en el numero de presentaciones de los congresos, el numero de los documentos en las ciencias básicas se mantuvo sorprendentemente pequeño en contraste. El numero de ponencias científicas creció solamente desde 23 en el 1CCLA a aproximadamente unos 68 para el 2CCPA.<sup>47</sup> Esta creciente diferencia, y la incongruencia incremental entre el titulo oficial de los congresos y su contenido actual, es algo muy inquietante. Los congresos, a pesar de la influencia incremental estadounidense, no mantuvieron su integridad de propósito o representación. El énfasis primario se había dislocado desde las ciencias básicas estudiando el mundo natural hacia las aplicaciones de las ciencias sociales. Este cambio también se puede observar dentro de los cambios organizacionales hechos en las secciones del congreso. A medida que los congresos se fueron desarrollando, se crearon más divisiones dentro de las ciencias sociales que dentro de las naturales—y por lo tanto, dándole una representación mayor en estos campos.<sup>48</sup> Debido a sus fuertes tradiciones literarias, los Congresos Científicos Pan-Americanos se habían convertido en encuentros distintivamente latinoamericanos.

El cambio de énfasis de intereses científicos a no-científicos se había notado por sus participantes. Reinsch comentó que el ICCPA había sido, “imprest with a semi-public character.”<sup>49</sup> No solamente el presidente y otros oficiales políticos habían participado como oficiales de los subcomités, sino que diplomáticos extranjeros también fueron tan prominentes como los mismos representativos científicos. Para el 2CCPA, esta prominencia se había hecho tan evidente, que hasta el mismo Secretario de Estado Lansing sugirió quitar la palabra “ciencia” del titulo de los congresos. Un escritor para la revista estadounidense, *Scientific American*, criticó severamente la influencia extra-científica en Abril 1916. “Many scientific men who attended the congress gained the impression that the meeting was primarily a political rather than a scientific one; and it is undoubtedly true that the political aspects of the congress overshadowed everything else.” El autor también criticó

que había sido muy pobremente planeado porque coincidía con la asamblea anual del AAAS, impidiendo la participación de los científicos norteamericanos más distinguidos.<sup>50</sup>

Dado este patrón emergente, el beneficio científico que se podría haber obtenido de los congresos fue drásticamente reducido, disminuyendo los propósitos de los mismos. El achicamiento de la ciencia básica significó que la transferencia del conocimiento científico procedería a un paso mucho más lento de lo que pudo haber sido. Si todos los miles de papeles se hubiesen presentado en las ciencias básica, el proceso de difusión hubiese ocurrido significativamente más rápido—y así dándole a América Latina lo que esfuerzos posteriores, como los Cuatro Puntos del Presidente Harry Truman (EE UU) o la Alianza del Progreso del Presidente John J. Kennedy (EE UU), trataron de proveerle pero no pudieron: las llaves de la modernidad.<sup>51</sup>

La Teoría de la Dependencia nos dice que los lazos económicos entre estados periféricos y centrales actualmente sirven para debilitar la periferia al beneficio de la metrópolis. En vez de crear un mercado más amplio en el cual cada nación pueda especializarse en la producción de un numero limitado de comodidades, y por lo tanto producir estos más eficientemente, el sistema internacional que John Stuart Mill tan arduamente profesaba era actualmente parasítico. Como Raúl Prebisch señaló, mientras los precios de las comodidades industriales suben en valor constantemente en una manera estable, los precios de las comodidades agropecuarias fluctúan radicalmente en valor. Esta tenían economías es ‘zero sum’ en contraste con la política ‘laisse-faire’ donde el bien de uno no conflige con el bien de otro. En la tenían de la dependencia, una nación gradualmente crece al costo de las perdidas de otra.<sup>52</sup>

¿Se podría extender el mismo argumento con respecto a las relaciones científicas entre los EE UU y A. L. dada la caída del rendimiento científico nativo durante los Congresos Científicos Pan-Americanos? ¿En otras palabras, se podría decir que los Estados Unidos uso estos congresos científicos como pretexto para fortalecer su hegemonía creciente sobre la región mientras debilitaba la base científica de América Latina? ¿Es el caso es otro más del imperialismo cultural yanquista? ¿Como es que se podría estructurar un argumento válido con respecto a la ciencia y la economía, disciplinas tan diferentes una a la otra?

Me parece que existen dos aspectos interrelacionados a tal argumento, el primero que ya se ha señalado. Estos son los siguientes:

En primer lugar, en comparación a lo que se podría sugerir de primera apariencia, se podría argumentar que las más intimas asociaciones

científicas impidieron el crecimiento formativo de la ciencia latinoamericana. Si los CCPAs se hubiesen mantenido estrictamente latinoamericanos, el progreso científico de la región hubiese ocurrido a un paso más rápido de lo que ocurrió en la actualidad. Pero la entrada de los E. U. interrumpió este crecimiento natural por su propio interés. Los delegados estadounidenses estaban muy conscientes sobre el papel significativo jugado por la ciencia en el CCPA, refiriendo a la Primera Guerra Mundial como ‘la guerra de los químicos’. El valor de la ciencia en las guerras era una razón más para obstaculizar el crecimiento de un posible enemigo al negarle los recursos de poder nacional.<sup>53</sup> El deterioro se podía observar no solamente en el contenido científico actual sino también en el poco apoyo público que tuvo la ciencia. El “asesinato” de la ciencia latinoamericana fue de manera retórica tanto como organizacional. Esta caída científica no solamente coincidió con el ascenso del Pan-Americanismo, sino fue causada por él. En este caso, la correlación es igual a la causa.

En segundo lugar, también se podría argumentar que la ciencia fue utilizada como un pretexto para ampliar la influencia política estadounidense sobre las naciones de América Latina. Varios líderes de los EE UU se quejaron que, como los Congresos Pan Americanos (CPAs, no los CCPAs) eran muy estrictamente enfocados en asuntos políticos, estos irónicamente tenían un efecto muy pequeño en las relaciones diplomáticas entre América Latina y los Estados Unidos. Observaron que sus delegados latinoamericanos temían lo peor, y por eso eran demasiados reservados. El resultado final de estas dinámicas sociales era que inhibían cualquier tipo de influencia hegemónica que podían haber tenido los participantes estadounidenses. Pero, como los CCPAs eran intercambios científicos que requerían un diálogo sincero y abierto para el progreso científico, pasaron a ser lugares más amenable para extender su manipulación. Como los participantes latinoamericanos expresaban sus opiniones en una manera cándida, cualquier preocupación se podría disuadir. De esta manera la ciencia se podía usar como una falsa puerta hacia la influencia diplomática.<sup>54</sup>

De igual manera, se podría argumentar que, dada la amplificación y redefinición de las ambiciones de los CCPAs, los representantes estadounidense estaban en una oportuna posición para presentar medidas en su propio beneficio que no hubiesen aparecido en congresos más estrictamente ‘científicos’—o sea en aquellos congresos que trataban solamente temas sobre el mundo natural como los CCPAs deberían de haber hecho. Durante una época en la cual el desarrollo del capitalismo necesitaba una serie de guerras mundiales para asegurar su expansión, estos congresos científico ayudaron apaciguar objeciones de

la comunidad latinoamericana a estas guerras por su creación de lazos nacionales más íntimos. Los EE UU había comprado el silencio con una sonrisa.

Hay algún mérito a estas observaciones.

Los EE UU monopolizaron el contexto y el contenido de los congresos. El 2CCPA debería de haber sido auspiciado en Lima, pero al ejercer su influencia política, los representantes estadounidenses manipularon la selección hacia la ciudad de Washington D.C. La sede Limeña tendría que esperar casi dos décadas.<sup>55</sup> Mientras que los primeros tres congresos estrictamente latinoamericanos se habían realizado durante el verano, la entrada de los Norteamericanos forzó un cambio de su calendario hacia el invierno.<sup>56</sup> También se puede observar que, aunque los eventos sociales de los congresos localizados en Latinoamérica fueron auspiciados por varias naciones extranjeras, los norteamericanos monopolizaron las reuniones de su anfitrión. El gobierno de los Estados Unidos también atrasó los procedimientos cuando su nación se convirtió por primera vez en anfitrión, procediendo con el 2CCPA en 1916—cuatro años después de que la cual había acordado al final del congreso previo en 1908. Este retraso entre los dos congresos, el 1CCPA y el 2CCPA, fue casi tan largo como la edad de los mismos congresos. La ciencia también había recibido una mínima atención en los medios de difusión en el 2CCPA. Casi todos los artículos del *Daily Bulletin*, o *Boletín Diario*, un periódico formado especialmente para describir sus procedimientos y eventos, fueron de naturaleza no-científica.<sup>57</sup>

Pero los ejemplos más sustanciales sobre la influencia estadounidense se pueden proveer. En un congreso que supuestamente era solamente de naturaleza científica, el 1CCPA, dos mil delegados llegaron a votar sobre el Canal de Panamá. Otras resoluciones incluyeron leyes garantizando las inversiones de capital, como un estudio sobre “how to create in the American countries a correct system of...credit.”<sup>58</sup> Elihu Root, quien había sido representante corporativo en sus primeros años como abogado, influyó indebidamente los delegados para la creación del *American Institute of Law* en el congreso. Esta organización se formó con el propósito de imponer un orden hegemónico dentro de las relaciones comerciales por medio de la estandarización de sus asuntos legales. En vez de que cada nación operase bajo su propia soberanía, todas tendrían que obedecer un ‘acuerdo mutuo y común’—que, según algunos historiadores, fueron más fuertemente influenciados por las naciones poderosas que las débiles. También, al crear un ambiente legal más estable y confiable, el Instituto garantizó la expansión de las empresas comerciales estadounidenses a América Latina. Como William Shepherd indicó, el comercio de América Latina con los E. U. era abismalmente

bajo con el cambio de siglo. Solamente un cuarto de los \$2 billones de intercambio latinoamericano fueron negociados con los EE UU. Aun así, los EE UU tenían un déficit comercial de \$70 millones. Se podría argumentar que Root, a pesar de su intención explícita de tratar de crear un orden social más justo, en verdad trataba de mejorar la posición de las corporaciones que él mismo había representado anteriormente.<sup>59</sup>

La influencia estadounidense en estos congresos se puede detectar desde sus inicios; existe una emergente influencia estadounidense con el mismo crecimiento de los congresos. Pronto después de su formación, representantes no-científicos de los EE UU asistieron al segundo de la serie (2CCPA). Más significativo aun, inmediatamente después de que su redefinición nacional se había ampliado, los representantes estadounidenses parecen haber ejercido una influencia excesiva en los procedimientos organizacionales, determinando cuales temas serían o no discutidos. Por ejemplo, casi todas las sugerencias con respecto a la división de secciones y temas de discusión proveídos por los representantes estadounidenses fueron aceptados por el comité organizacional chileno del ICCPA. Estas sugerencias incluían temas de obvio interés comercial estadounidense: el tren panamericano, la enfermedades contagiosas, la inmigración, bases legales de tratados comerciales recíprocos, uniformidad de sistemas de medidas internacionales, uniformidad de leyes sobre la bancarrota, y otros. Los EE UU también habían proveído una suma significativa de dinero para los participantes, \$35,000 por la cual aseguró su influencia. Muchos de los delegados estadounidense a los congresos científicos también habían sido participantes en los Congresos Pan-Americanos en función



Figura 5: Medalla del 2CCPA<sup>61</sup>

estrictamente diplomática. Estos delegados incluyeron a: Leo S. Rowe, Paul Reinsch, William Shepherd, John Barrett, y otros. Por lo tanto, su influencia secreta también se puede notar antes de sus posturas públicas. Extrañamente, mientras que el comité organizador de Chile publicó todos los informes de sus reuniones, el comité estadounidense no lo hizo, así creando sospecha sobre sus actividades.<sup>60</sup>

Como ha demostrado la Teoría de la Dependencia, también se puede encontrar la subordinación ideológica de la élite nativa en la hegemonía estadounidense. Un número sorprendentemente grande de presentaciones durante los primeros dos CCPAs trataron sobre los recursos agropecuarios y subterráneos—en particular aquellos en necesidad de desarrollo. Al hacer esto, era obvio que invitaron la explotación norteamericana de sus tierras.<sup>62</sup> Se puede observar también las alabanzas de los delegados latinoamericanos hacia el papel de los EE UU y sus metas del pan-americanismo. Se usaba cualquier excusa para exaltarlas. Por ejemplo, Alberto Santos-Dumont (Brasil), un “inventor mundialmente reconocido” dio una charla sobre, “Como el aeroplano puede crear una alianza más cercana entre los países de Sur América con los Estados Unidos.”<sup>63</sup> La presentación del presidente del congreso, Suárez Mujica, dio amplio apoyo a los Estados Unidos y su pan-americanismo. Este opinaba que la presentación de Wilson tenía, “...ningún del espíritu imperialista en él; solamente la encarnación del espíritu de la ley, de la independencia, de la libertad, y del apoyo mutuo.” Las naciones latinoamericanas, de acuerdo a Suárez Mujica, eran como pájaros débiles quienes habían sido inicialmente temerosos de la doctrina Monroe, pero que eventualmente vendrían a verla como beneficiosa. La buena fe de los EE UU se podía probar por las transferencias de conocimiento científico que había ocurrido en estos congresos. Los norteamericanos borraban todo malentendido; no había “oportunidad más propicia” y, por lo tanto, se debería de sacar el más provecho posible.<sup>64</sup> Al coaptar líderes latinoamericanos prominentes, los Estados Unidos aseguró una recepción más favorable a los elementos de su agenda.

El pan-americanismo fue impulsado con un número sorprendentemente de dispositivos diversos en el 2CCPA. Uno de estos fue el contraste de leyes y costumbres democráticas de América con respecto a las monarquías Europeas. Se argumentaba que si Europa intervenía, esta podría afligir la identidad propia e integridad cultural de la región. Parecidamente, si Europa invadiese a Norteamérica y esta cayese sin la ayuda de sus vecinos sureños, estos también caerían al no tener los mecanismos de defensa apropiados. Si el argumento emocional

no serviése, uno ontológico quizás sí. Los dos hemisferios, ignorando sus obvias diferencias culturales, de definieron como hermanos. El concepto de la amistad fue usado muy frecuentemente. Lansing propuso que la dovela del ‘arco’ pan-americano representaba la ayuda fraternal, mientras que sus ‘columnas’ la fe y justicia. Interessantemente, William Jennings Bryan creía que estos propósitos de los CCPAs se podrían alcanzar, no solamente por el intercambio de estudiantes y profesores, sino también por la incorporación de las 500 palabras más importantes de cada idioma al otro (inglés y español). Aunque todos los delegados estadounidenses tenían diferencias partidistas, todos compartían la misma agenda.<sup>65</sup>

Pero el argumento crucial que servía de base para el pan-americanismo se basaba principalmente en la ciencia. John Barrett, entonces el editor de la revista de la Unión Pan-Americana y quien luego sería su presidente, pensaba que, “intellectual Pan Americanism was necessary to promote political Pan Americanism “ El Presidente Wilson también creía que si, “el América fuese a auto-determinarse”, entonces las “fundaciones de la amistad” tenían que ser establecidas sin que hubiese alguna duda. Los congresos científicos como el 2CCPA le habían, “dejado ver como esto se logrará.”<sup>66</sup>

El Presidente Wilson explicó su fórmula Hobseana claramente. La ciencia solamente podía existir en una “atmósfera de confianza mutua, de paz y orden, en la vida política de las naciones”; durante los tiempos de guerra, la voz iluminada de la ciencia caía muerta en el silencio. Por lo tanto, para tener la paz necesaria para el progreso, se necesitaba el pan-americanismo. Si ambas Américas se reforzaban mutuamente contra la agresión extranjera, se produciría no solamente un beneficio militar, pero también uno económico al proteger la actividad científica. Pero la ciencia era de beneficio espiritual al igual que práctico. El respeto mutuo y la amistad, de acuerdo a Wilson, no pueden existir sin una serie de propósitos comunes. Al proveer estos, la ciencia ayudaba a establecer la paz entre las Américas tal como la atmósfera amistosa de los CCPAs habían demostrado. Si la ciencia necesitaba la paz para desarrollarse, la ciencia a la misma vez era el mecanismo que estimulaba la armonía de las naciones.

Science affords an international language...because...there is a universal purpose, a universal plan of action, and it is a pleasing thought to those who have had something to do with scholarship that scholars have had a great deal to do with sowing the seeds of friendship between nation and nation. Truth recognizes no national boundaries. Truth permits no racial prejudice; and when

men come to know each other and to recognize equal intellectual strength and equal intellectual sincerity and a common intellectual purpose, some of the best foundations of friendship are already laid.<sup>67</sup>

El tema resonó por los pasillos del congreso.

¿Era Presidente Wilson un oportunista al hacer su llamado frenético por la paz entre las Américas mientras la guerra regia en Europa? ¿Era que los delegados Norteamericanos estaban usando los congresos científicos para extender la hegemonía económica de su nación hacia el sur mientras que a su vez debilitaban la base científica nativa que ahí se encontraba? Finalmente, ¿es que la teoría de la dependencia interpreta adecuadamente los Congresos Científicos Pan-Americanos?

No, no lo es.

Las alegaciones que hemos presentado han distorsionado gravemente los hechos disponibles y de el tono de los documentos originales. Antes de que se presente una defensa con más información, podríamos hacer la siguiente observación sobre lo que se ha planteado anteriormente. La disminución de los porcentajes con respecto a la ciencia básica, el ‘deterioro de la ciencia’, no fue el resultado de una disminución actual del número total de presentaciones científicas, sino que el resultado del crecimiento dramático de los congresos mismos. O sea, el porcentaje cambió porque el número total (b) con el cual se estaba comparando la cifra científica (a) aumentó, así resultado en una proporción (a/b) mas pequeña. Por lo tanto, como los congresos tenía un patrón de crecimiento rápido desde su principio, el proceso de ‘deterioro’ ocurrió completamente independiente de la participación estadounidense. En este sentido, el ‘deterioro’ de la ciencia no le siguió sino que precedió la entrada de los EE UU a los CCLAs. No existe una relación causal.

El carácter general de estos congresos se estableció para el 2CCLA.

Mientras que el primer congreso ciertamente demostró una prominencia fuerte de temas científicos, el porcentaje de estos se había estabilizado en 1901.<sup>68</sup> (véase Tabla 2). El alto porcentaje alocado generalmente a la ciencias sociales también se mantuvo relativamente en par después del segundo congreso.<sup>69</sup> Estas pocas observaciones son suficientes para desarmar los argumentos sobre la hegemonía estadounidense, pero se extenderá el análisis.

Sujeto	1CCLA	2CCLA	3CCLA	1CCPA
Ciencias Soc.	22 (19%)	85 (41%)	44 (36%)	394 (53%)
Ciencia (básica)	50 (41%)	31 (15%)	24 (20%)	106 (14%)
(aplicada)	—	11 (5%)	7 (6%)	44 (6%)
Medicina	49 (40%)	69 (33%)	37 (31%)	120 (16%)
Tecnología	—	13 (6%)	9 (7%)	78 (11%)
Total	121 (100%)	209 (100%)	121 (100%)	742 (100%)

**Tabla 2: Distribución de presentaciones por tema<sup>70</sup>**

El crecimiento de las reuniones científicas internacionales hacia la segunda mitad del siglo diecinueve también era parte de un fenómeno más generalizado y no-particular de la América Latina. Típico de la historia latinoamericana, los Congresos Científicos Pan-Americanos seguían patrones establecidos en Europa desconsiderando las alegaciones sobre las diferencias entre las dos regiones. Curiosamente, estos congresos científicos eran la causa al igual que el efecto del Progreso en el sentido de que el desarrollo de sistemas de transporte moderno bajaban rápidamente el costo de los congresos, mientras que los congresos mismos estimulaban avances a estos sistemas tecnológicos. Estos sistemas habían sido puntos centrales de discusiones en los congresos, en Europa tanto como en la América Latina.

En numerosas ocasiones durante los CCPAs, los delegados fueron invitados a viajes en ferrocarril para que pudiesen observar los adelantos más avanzados del país, tanto organizacionales o industriales.<sup>71</sup> Algunos de los delegados se quejaron que los CCLAs habían sido muy cortos, durando solamente una semana; alegaban que para crear un congreso genuino, se necesitaba por lo menos un mes de deliberaciones entre los delegados. Muchos que viajaron a estos encuentros los usaron como pretexto para explorar el continente sureño, sea por barco de motor o tren. Bingham, Root, y Gutiérrez fueron algunos de innumerables ejemplos. En los pasillos de los congresos también se encontraban manifestaciones de este milagro emergente: el progreso. Por ejemplo, el Teatro Solís en el 2CCLA se adornó con luces eléctricas tal como el Teatro S. Pedro de Alcantara para el 3CCLA—creando un espectáculo asombroso para los espectadores. Para el 2CCPA, P. H. Thomas leyó un ensayo sobre la transmisión y la distribución de la electricidad, H. W. Fischer sobre los cables subterráneos, y el Dr. A. E. Salazar, profesor de “electrotécnica” presentó una fórmula sobre las líneas de transmisión

eléctrica, enseñando como estas se podrían “simplificar grandemente.” Iluminados por la luz eléctrica, en vez de por la luz de gas, estas tecnologías recibieron mucha adulación.

La difusión rápida del uso de este método de iluminación en el América Latina es algo sorprendente cuando se compara con el crecimiento de la luz eléctrica en los Estados Unidos a fines del siglo diecinueve. La Exposición Colombiana en Chicago de 1893 hizo la luz eléctrica como punto central de su propósito, y la estación “Pearl Street” de Thomas Alva Edison se había exhibido solamente en el 1882.<sup>72</sup>

Paul Reinsch observó el ascenso repentino de los congresos científicos durante este periodo y notó su importancia. Los gobiernos, escribió Reinsch, incrementalmente necesitaban el consejo científico porque la naturaleza de los proyectos tendía a ser mucho más compleja; algunos proyectos eran tan grandes que requerían la colaboración de varias naciones porque ninguna sola nación tenía los recursos económicos para crearlos. También, y quizás un punto más importante, era que el mejor conocimiento científico se tenía que encontrar, no importe cual fuese la nación en que se encontrase. A su vez, los congresos facilitaban esta búsqueda de una manera muy eficaz. Algunos pocos ejemplos de los contrapartes a los CCPAs en Europa eran: el Congreso Geodésico Internacional de 1865 en Potsdam, para determinar la figura de la



W. W. Campbell en la esquina más alta, a la derecha, Leo Rowe es el segundo de la izquierda, en la última línea; William H. Welch el cuarto a la izquierda, última línea.

**Figura 6: Delegados de los EE UU al 2CCPA<sup>74</sup>**

tierra; el congreso Parisino de 1882, para establecer unidades eléctricas de corriente y una medida común de la luz; el congreso de 1884 en Washington D.C., para establecer el meridiano superior en Greenwich, y, finalmente, el de Bern para crear un mapa del mundo en 1901. Mucho de lo que tomamos por dado hoy en día, tal como un esquema global del tiempo, fue el resultado de un esfuerzo arduo y una acción deliberada del ser humano durante tales reuniones. Que un individuo pudiese ajustar su reloj solamente por una hora mientras que una viajaba de Chile a la Argentina era algo como un milagro, sobre todo para los delegados que hicieron la jornada.<sup>73</sup>

Maurice Crosland, autor de un estudio sobre los congresos científicos mantenidos antes del principio de siglo, generalizó las observaciones de Reinsch al escribir que uno de los propósitos principales fue la estandarización del lenguaje científico, o lo que se podría referir como ‘la creación de una infraestructura intelectual’. En otras palabras, dado que la notación científica y los símbolos empleados en cada nación Europea eran diferentes, se tenía que encontrar un acuerdo que unificaba a estas dentro de un sistema coherente para proyectos internacionales o para cuando las bases de datos del extranjero se usaban. Por ejemplo, meteorólogos necesitaban establecer observaciones comparables sobre lo que estaban midiendo, o una nomenclatura común sobre la clasificación de diferentes especímenes en la biología, o un sistema de notación común se necesitaba para la química.<sup>75</sup> Sorprendentemente, esta incoherencia también existía en la astronomía al fin de siglo. Hasta que un sistema coherente dentro de cada disciplina se estableciera, las comparaciones de los resultados de cualquier otra parte del mundo sería excesivamente costosa y difícil—como indica la caída reciente del *Mars Climate Observer* y la pérdida de \$125 millones (EU) dada las pequeñas diferencias de los sistemas métricos e Ingleses de medida. Varias presentaciones durante el ICCPA señalaban parecidos gastos. Estos observaron que muy a menudo la misma lección se aprendía tardíamente en los proyectos que los EE UU construía con demasiado apuro.<sup>76</sup>

Efectivamente, uno de los esfuerzos más persistentes que se pueden observar en todos los congresos fueron aquellos que trataron de crear una lengua común en la meteorología y la química. Estos esfuerzos no fueron solamente adheridos a los símbolos, sino también organizacionales. Durante el 2CCLA, por ejemplo, se había resuelto estudiar diferentes elementos del clima, como la presión atmosférica, la dirección del viento, y el “estado de cielo en decimos”. En la química, se resolvió la “unificación de los métodos de análisis químicos”. Pero después de repetidos esfuerzos, las mismas resoluciones fueron constantemente hechas en cada nuevo congreso porque estos carecían

de un poder político para implementarlas. Durante el 4CCLA se resolvió otra vez que las organizaciones nacionales y los laboratorios de química se formasen, y también que adoptasen los términos y los símbolos que entonces se estaban usando en Europa. También se sugirió el establecimiento de bases comunes para el estudio de los fenómenos meteorológicos.<sup>77</sup> Aunque los congresos científicos tuvieron un apoyo visible de sus respectivos gobiernos, tal como cuando el Presidente de Chile auspicó un banquete en su propia casa, no habían lazos formales y legales que dieran poder social a sus miles de resoluciones.<sup>78</sup> Era un problema que se les aludía constantemente, y que afectó discusiones sobre organizaciones internacionales de parecido auge político como la Liga de Naciones.

Por lo tanto, los esfuerzos de Elihu Root para establecer una organización internacional de la ley, análoga quizás a las Naciones Unidas, deberían de ser vistos en un contexto más amplio. Mientras que la tecnología avanzaba, los contactos internacionales también se iban incrementando significativamente, y una estructura legal apropiada tenía que ser establecida para el mundo añicante—parecido a la necesidad de legislar el mundo del Internet durante la década de 1990. Se necesitaba forzar que la ley se acoplase a las nuevas realidades tecnológicas para que sus abusos no pudiesen emerger debido al descuido gubernamental. Es más, un número de objetivos ahora clasificados como ‘liberales’ se tratarían de establecer. Se dieron un sinnúmero de ponencias sobre la conservación de recursos naturales, y se aprobaron varias resoluciones tratando con temas laborales, tales como la protección del niño, los derechos civiles, y la creación de ahorros y crédito agrario.<sup>79</sup> Estos objetivos obviamente no eran para la supresión de las naciones pobres sino todo lo contrario—para el establecimiento de un foro apropiado en los cuales las injusticias y los conflictos se podrían presentar y resolver. Que la mayoría de los congresos Europeos no incluían a las colonias (i.e. África) sugiere que las naciones sin lazos a tales cuerpos administrativos como el que Root quería establecer eran más amenable al abuso. En luz de la rápida expansión imperialista de Europa al final del siglo, el establecimiento de estas instituciones era una causa muy noble de parte de Root. Pero la preocupación aplicaba también a la política interna de los países. La falta de confianza que caracterizaba naciones del “sur” perduran aun cien años después. Deberíamos de aceptar la palabra de Root en su valor facial.

We neither claim nor desire any rights or privileges, or powers that we do not freely concede to every American Republic. We wish to expand our prosperity...but our conception of the true way

to accomplish this is not to pull down others and profit by their ruin, but to help all friends to a common prosperity and a common growth, that we may all become greater and stronger together.<sup>80</sup>

Es sugestivo mencionar que los objetivos buscados por Root habían sido temas predominantes durante los Congresos Científicos Latino Americanos mucho antes de la entrada de los EE UU a estos. Por ejemplo, la idea de establecer una institución legal interamericana fue sugerida y discutida tan temprano como el 2CCLA. El Dr. Maneo Avalro de Souza Sá Vianna (Brasil) indicó que los tempranos esfuerzos Europeos de resolver conflictos por medio de la arbitración en 1873 ya había existido en América Latina por más de tres siglos. Esta declaración es algo pomposa cuando uno considera el fuerte titubeamiento latinoamericano en aceptar la arbitración extranjera para los varios conflictos territoriales que surgieron en la región.<sup>81</sup> Pero la idea de una organización legislativa internacional ciertamente se propuso y discutió, aunque no fue resuelta, durante aquel congreso científico de 1901.

En un fuerte discurso durante la sesión de apertura, Eduardo Acevedo, presidente del 3CCLA, también llamo por la creación de un cuerpo de ley internacional. Los conflictos de fronteras que entonces afligían a América Latina eran peores que las guerras como tal, porque aunque las acciones bélicas se terminaban en cierto punto, los conflictos territoriales tendían a persistir indefinidamente—un truismo cuando uno considera que los conflictos de fronteras afligieron a Chile y Argentina por todo el siglo. Acevedo señaló correctamente que el propio interés regional bajo estas circunstancias conflujía con el interés general de la comunidad. Por ejemplo, mientras que las localidades fronterizas tendían a cobrar altos impuestos, estos impuestos eran detrimentales al interés común, lo cual demandaba el libre intercambio de comodidades entre todos. También existían disparidades legales entre los diferentes sistemas nacionales de leyes por las naciones latinoamericanas. Estos y varios otros problemas sugerían que la formación de una gran federación era esencial para el bienestar general de la región. Después de todo, este había sido el sueño de Bolívar.<sup>82</sup> Parecidas a las resoluciones de la química y la meteorología, estos esfuerzos tratando con la ley internacional antes del 2CCPA no tuvieron éxito.

La idea de utilizar la ciencia para crear una fraternidad nacional Pan-Americana también precedía a la entrada Norteamericana. En el primer congreso situado en la Argentina, el deseo de mejorar relaciones interamericanas se demostró claramente al asignar delegados de las naciones no-anfitrionas a puestos oficiales del congreso. Un Chileno, el Dr. Paulino Alfonso, fue elegido presidente de aquella primera

reunión—un gesto simbólico utilizado en todos los congresos que le siguieron. Una de las razones por la cual se había nominado a Lima para auspiciar el 2CCPA por parte de los delegados Chilenos durante el ICCPA se debió a un intento de remediar las tensas relaciones entre las dos naciones debido al conflicto sobre los territorios de Tacna-Arica y sus depósitos de caliche. Hubieron numerosas proposiciones que tenían connotaciones diplomáticas muy visibles, como cuando se tocaron los himnos chilenos y argentinos nacionales consecutivamente. Cuando un delegado peruano habló, la audiencia chilena aplaudió tan fuertemente, que el discurso del delegado no se podía oír. De acuerdo al el Dr. Emilio R. Conio, quien presentó una ponencia durante el ICCLA, los miembros, “pudieron darse cuenta entonces de que las disensiones entre pueblos no subsisten en el terreno científico!” La ciencia fue percibida y representada como una agente de paz entre naciones, y efectivamente así actuó algunos casos.<sup>83</sup>

Que los ‘congresos científicos’ fueron usados para agendas diplomáticas no debería de sorprender. Reinsch mencionó que un número de congresos Europeos, tal como el congreso medico de París en 1851, habían tenido también esta doble función. Estas agendas políticas como las que se encontraron en los CCLAs y los CCPAs eran algo común y parecen haber sido muy efectivas en ciertos casos.<sup>84</sup>

Pero la idea inequívoca que la ciencia era una herramienta que se podía usar para forjar la unidad pan-americana había sido un tema muy visible durante los CCLAs. En su respuesta a la invitación para el segundo congreso (2CCLA), R. Errázuris Ermeneta, del Ministerio de Relaciones Publicas de Chile, escribió, “Dados los altos y benéficos propósitos de esta Asamblea en que el amor á la ciencia unirá con lazos de oro á las naciones que ella concurren...” El presidente de la Comisión Ejecutiva Organizadora, el Dr. José Arechavaleta, hizo comentarios parecidos con respecto a los propósitos de los congresos durante la sesión de apertura. Los congresos científicos latinoamericanos se habían creado, “para cambiar ideas, comunicarse el resultado de sus estudios, ponerse de acuerdo en cuestiones de interés general, estrechar lazos de amistad, estimular la acción común en el progreso...” Aunque los congresos habían sido imperfectos porque no podían haber nacidos perfectos de la cabeza de Minerva, el Sr. Arechavelata aseguró que gradualmente mejorarían. El Sr. Conselheiro Carlos Augusto de Caralho, vicepresidente de la Comissão Directora del 3CCLA, dijo que uno de los propósitos de los congresos era para la paz inter-Americana; los CCLAs iban a “fixar na alma das Republicas...o verdadeiro lema de seus esforços—justiça e paz.” Las razones que el expresó por las fuerzas mitigantes de la ciencia eran similares a las expuestas por el Presidente Wilson.<sup>85</sup>

También se debería señalar que si había alguna animosidad hacia los Estados Unidos, estas no fueron expresadas públicamente. Pero lo opuesto parece haber sido el caso. La mayoría de los comentarios hechos con respecto a los E. U. eran muy favorables. Es curioso mencionar que, en aquel entonces, un número de naciones como México y Brasil, se referían a ellas mismas como los “Estados Unidos de México” o los “Estados Unidos de Brasil.”<sup>86</sup> Frederich Ristenpart, director del Observatorio Nacional de Chile, tuvo palabras muy positivas hacia los E. U. en sus reportes de una conferencia de 1910. Un gran número de laboratorios de América Latina le debían su existencia a los esfuerzos estadounidenses, y él agradeció al astrónomo estadounidense C. D. Perrine por estar con ellos—aun después de que el famoso astrónomo había hecho tantos descubrimientos importantes.<sup>87</sup> En una cena de este mismo congreso, Alejandro Álvarez dijo que los latinoamericanos debería de tomar ejemplo de los EE UU. Su prosperidad económica se basaba en la ciencia y tecnología moderna. Ellos, “confirman, a todas luces, aquella apreciación... [a la ciencia]... la América...debe aprovechar la inmensidad de los beneficios con que la naturaleza la ha dotado pródigamente....”<sup>88</sup>

Es importante notar que factores “absolutos”, tal como la presencia de la ciencia, están siendo utilizados retóricamente en vez de aquellos relativos, tales como el imperialismo. O sea, que se asumía entonces que la prosperidad económica era producida, no robada. Algunos delegados dijeron que al obtener esta fuerza poderosa, la ciencia, sus naciones algún día serían para Europa lo que los Estados Unidos era para América Latina.<sup>89</sup> Durante el 3CCLA, el Sr. Augusto de Caralho confrontó la alegación directamente—la pregunta si América Latina estaba en contra de los EE UU. La respuesta era un “No” definitivo—“uma tal conjectura está inteiramente excluída.” Los EE UU, de acuerdo a Caralho, habían proveído grandes medidas de paz y tranquilidad a aquellas Américas donde “as convlusões internas são motivo de inquietação....”<sup>90</sup>

Los cambios que actualmente se habían introducido en la organización de los congresos los habían mejorado. Cuando es verano en Norteamérica es el invierno en el hemisferio sur. Los delegados norteamericanos reconocieron que el ‘verano’ académico en Latinoamérica era en diciembre, y por lo tanto pensaron que al mover los congresos a esa fecha, a su detrimento, estarían demostrando la buena fe entre las dos regiones. Más académicos extranjeros podrían atender con el cambio de fecha. También esperaban que, al requerir que todos los delegados estadounidenses atendiendo el ICCPA tuviesen alguna competencia en el español, también contribuirían a mejorar sus relaciones. Todos los

delegados estadounidenses dieron sus presentaciones durante el ICCPA en ese idioma.<sup>91</sup>

Otros hechos que se deberían considerar es que el 2CCPA se llevó a cabo en 1916 en vez de 1912 dado a los procesos políticos estadounidenses. Como Root explicó, el Congreso estadounidense constantemente procrastinaba en aceptar su anfitriónato, y menos aun en dándole dinero para su auspicio. Root temía que, si se posponía a una fecha más lejana, tendría una repercusión diplomática muy negativa a las relaciones de los dos hemisferios. De hecho, no fue la única vez que había ocurrido. Los delegados estadounidense no participaron en el primer congreso científico (ICCA, no ICCPA) por la misma razón al pesar de las más buenas intenciones. El 3CCLA, que no tuvo delegación oficial estadounidense, también sufrió un cambio de fecha, de 1904 a 1905, pero dado al gran número de congresos que se auspiciarían en aquel año (1904). Al tomar acción doméstica, el Sr. Root adelantó el lento proceso político.<sup>92</sup>



Figura 7: Suárez Mujica en regalia<sup>93</sup>

También se podría mencionar que los defensores latinoamericanos de los EE UU no eran unos meros lacayos puestos en posiciones de poder porque tenían a una credulidad Qualiana.<sup>94</sup> Suárez Mujica, quien había sido elegido presidente oficial del 2CCPA, entendió mejor que un gran número de delegados. En un discurso conmovedor dado durante la cena de clausura del ICCPA/4CCLA, le dio a los CCLAs su verbalización más aguda. Esta habilidad que Suárez Mujica tenía con la palabra es quizás la razón por la cual fue seleccionado para dirigir el congreso que le siguió.

Pleyades de jefes ilustres en los ejércitos de la investigación, legiones de cruzados de la ciencia surcan los mares y transmontan las cumbres para combinar, a la sombra de la confraternidad científica, los esfuerzos no menos heroicos que tienden a asegurar la independencia—si es posible más noble y más útil,—la independencia del cerebro.

Suárez Mujica explicó que para una soberanía latinoamericana genuina, las revoluciones científicas tenían que seguir las revoluciones políticas. El científico era el nuevo soldado que peleaba no solamente por la libertad de conciencia, sino que también sus contribuciones ayudaban asegurar estos mismo fines de la independencia política. Era una revolución que ya había empezado, y que algún día contribuiría ideas al Europa—en comparación con la dirección contemporánea de las corrientes intelectuales. “A través de un siglo de distancia, dos revoluciones agitan la América: la revolución de la espada...y la revolución de la idea” Si los movimientos de independencia latinoamericanos fueron asistidos por los movimientos de soldados, tal cuando San Martín cruzó los Andes para asistir a Bolívar, entonces los científicos también deberían de viajar a través de las Américas para asistirse unos a otros. Aunque la cooperación científica había sido muy pobre en el pasado, estos congresos pavimentaban el camino hacia el futuro.

El discurso de Suárez Mujica fue quizás marca la cima de la transferencia de valores, donde el científico es convertido en el igual del soldado—una imagen muy valuada en la psiquis latinoamericana. Jamás se había situado tan poderosamente durante los CCLAs a la ciencia dentro un marco de cultural latinoamericano. Autores modernos como Noam Chomsky y Alan Sokal también han rechazado las críticas sobre la ciencia sin fundación, señalando que la falta de la ciencia hiere al mundo menos desarrollado. A pesar de esta realidad, se debería aceptar la norma contemporánea en la cual estos países subdesarrollados

enfatan sus recursos naturales como su fundación económica; su desarrollo por industrias norteamericanas o extranjeras también era común para la era.<sup>95</sup>

Se podría también notar que los numerosos escritos ‘anti-norteamericanos’ que se encuentran en los estudios latinoamericanos no son un fenómeno nuevo. Al contrario de los esfuerzos de buena fe estadounidense, este tipo de retórica eran tan frecuentes a fines del siglo diecinueve que un número de académicos Norteamericanos durante los años 1920 se sintieron obligados a escribir clarificaciones sobre sus muchas aserciones erróneas que salían a la luz pública.<sup>96</sup> Curiosamente, ‘nuevos’ términos de la academia moderna como la ‘hegemonía’ eran muy predominantes en estos escritos. Autores como Lockley tuvieron que explicar que, así como en el mundo de hoy, tendían a ser ambiguos, incoherentes, y pobremente definidos. Un proceso parecido ocurrió también con las acusaciones sobre el imperialismo norteamericano. Sería útil repasar algunas de sus clarificaciones.

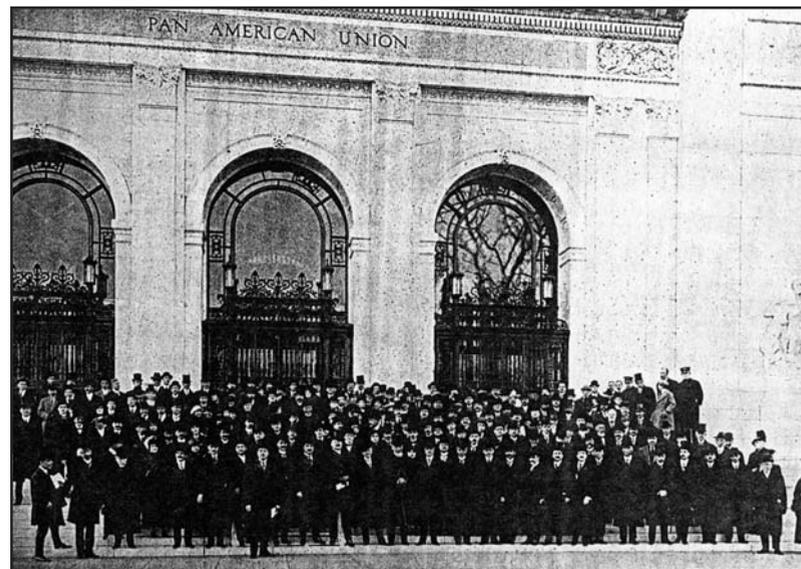


Figura 8: Fotografía de grupo, 2CCPA<sup>97</sup>

Es difícil acusar a los EE UU de ser imperialista al principio de siglo—aun así cuando se considera el crecimiento económico de esta nación. El término ‘imperio’ se refiere al control de una región por un estado proporcionalmente a esta mucho más diminutivo en el cual la soberanía de los países periféricos es limitada grandemente. El ejemplo

clásico de esta definición fue el Imperio Romano, y Inglaterra a principios de siglo quizás cabe mejor bajo esta definición que los Estados Unidos durante la misma época. En la superficie, el control estadounidense sobre unas pocas islas territoriales nos hacen cuestionar este paralelismo. Mientras que los EE UU ciertamente tuvo control unilateral temporero en el caso de las Filipinas o Cuba bajo la enmienda Platt, el carácter general de su liderazgo fue uno en que trataba de establecer gobiernos estables, democráticos, y prósperos. Irónicamente, los Filipinos hoy en día pelean para restablecer estos lazos con el mismo ardor que inicialmente pelearon para romperlos—algo notable por sus largas filas de inmigración para obtener pasaportes estadounidenses. Santo Domingo había ofrecido su anexión a los EE UU este siglo, cuestión que fue rechazada por los EE UU

También se tiene que diferenciar a la colonización, o el poblamiento bajo patrocinio gubernamental, con el imperialismo. Uno no puede obviamente argumentar que los norteamericanos han constituido la mayoría poblacional predominante de sus territorios insulares. Todo lo contrario. Algunos autores de nuestros tiempos también han atacado la alegación ‘neo-imperialista’.<sup>98</sup>

Por lo tanto, si los argumentos de la dependencia con respecto al imperialismo económico de los EE UU a la A.L. son problemáticos, su extensión hacia sus relaciones científicas son más débiles aun. Mientras que se observó que el elemento científico del Segundo Congreso Científico Pan Americano de 1915 tenía un carácter científico minúsculo en comparación con el Primer Congreso Científico Latino-Americano de 1898, se puede señalar que este patrón antecedió la entrada de los EE UU y que se había estado desarrollando anteriormente con el progreso de los congresos.

Igualmente, el énfasis predominante del pan-americanismo<sup>99</sup> y los esfuerzos estadounidenses para la estabilización de las relaciones inter-Americanas también existieron mucho antes de los esfuerzos estadounidenses durante el 2CCPA. Existía un causa legítima para la unificación pan-americanista: algunos Alemanes proclamaban que ellos querían tomar todos los ciudadanos Americanos, del norte y del sur, hacia el África para así repoblar todo el continente. Pero sabiamente, el Secretario de Estado Root opinaba correctamente que la Alemania era una nación predatoria, “Uno no puede entender la ley Platt hasta uno conozca algo sobre la personalidad del Kaiser Wilhelm Segundo.”<sup>100</sup>

Irónicamente, solamente cuando empezó la influencia norteamericana, los objetivos perseguidos infructuosamente por los latinoamericanos fueron rápidamente obtenidos. Esta observación es tan valiosa que se

tiene que repetir y amplificar.

Aunque las dos ideas, de un cuerpo legal internacional y el pan-americanismo, no habían originado en Norteamérica, basto un solo congreso en los EE UU pudieron crear aquello que se había estado pidiendo por más de 200 años. Irónicamente, ésto se pudo realizar en parte a la inversión privada que los teoristas de la dependencia tan arduamente critican; fue usado para el apoyo de cuerpos institucionales que contribuían tanto al bienestar latinoamericano. Estas filantropías privadas no solamente contribuyeron a la causa de la ciencia en su país de origen, sino que también ayudaron al desarrollo de esta en el extranjero.<sup>101</sup> No se debería de olvidar que la asistencia norteamericana había sido fundada primariamente por impuestos federales de los EE UU a su propia ciudadanía y no a la ciudadanía latinoamericana. La involucración norteamericana fue catalítico al desarrollo de la región.

Aun si se fuese a usar los eventos sociales como un ejemplo indicativo del comportamiento norteamericano, las conclusiones con respecto a la hegemonía de los EE UU tendría que ser indagadas. Ciertamente eventos sociales como las cenas del 2CCPA estaban todos bajo la influencia estadounidense, en contraste con los varado auspicios internacionales del 1CCPA chileno. Pero también hay que notar que su organización en los EE UU fue mucho más descentralizada, localizadas en casas particulares, en comparación con la centralización tan típica de los eventos sociales latinoamericanos. También se debería observar que la concentración de delegados estadounidenses en el 2CCPA norteamericano fue mucho más pequeña comparativamente que la concentración Chilena en el congreso Chileno; solamente 450 de los 2,000 fueron sido delegados locales en el 1915.<sup>102</sup>

¿Pero si hemos identificado apropiadamente las causas que no estaban en acción, podemos identificar aquellas que estaban? En otras palabras, ¿si los Estados Unidos no era el responsable por la decaída de la ciencia en los congresos, entonces quién o qué fue? Como se ha sugerido por algunos estudios del subdesarrollo latinoamericano, parece que la víctima en este caso fue tanto el instigador como el cómplice.

# Capítulo 2

“Por la orilla del mar”:

La ciencia estadounidense en  
el Primer Congreso Científico Pan-Americano

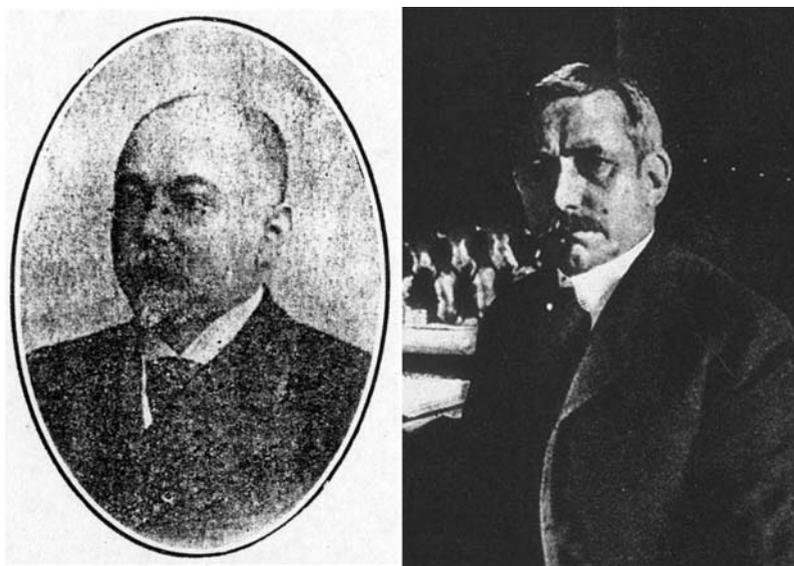
*La importancia de un problema  
no debería de ser juzgado por el  
número de paginas dedicadas a el.*

—Albert Einstein

El Primer Congreso Científico Pan Americano (ICCPA) históricamente fue el más importante. La decisión de invitar a los Estados Unidos le dio un nuevo alcance sin precedentes porque los Estados Unidos recientemente habían entrado al escenario científico mundial a un nivel recíproco, y en ciertos casos predominante, a la Europa. Este rápido crecimiento había sido algo sorprendente dado que su perspectiva cultural estaba fijada en lo práctico y lo mercantil.<sup>103</sup> Si un objetivo secundario de los congresos anteriores había sido la producción eventual de nuevas ideas para la Europa, aquí existía la oportunidad para estimular su crecimiento mediante una asociación colegiada entre iguales. Los latinoamericanos, siempre alerta a los más recientes adelantos, naturalmente se estaban orientando a los nuevos centros de la ciencia. Los norteamericanos al principio del siglo estimaban la idea del progreso porque había sido una experiencia vivida en su mundo diario, y los sudamericanos naturalmente querían obtener la riquezas de la modernidad. Hombres como Rowe creían que estos congresos eran esenciales para el desarrollo de las naciones latinoamericanas.<sup>104</sup>

Pero los norteamericanos también tenían mucho que recibir de este primer congreso. Cautelosos en mantener relaciones amigables en la esfera doméstica como en la internacional, esta invitación les estaba dando una oportunidad para demostrar sus buenas intenciones a sus vecinos sureños. Estaba aun latente la Guerra Hispano-Americana que hasta hace unos pocos años había creado duda sobre las motivaciones diplomáticas de los EE UU hacia los países latinoamericanos. El Secretario de Estado Root, anteriormente Secretario de Guerra quien

había dirigido las actividades bélicas estadounidenses, tenía alguna ansiedad para reubicar estas relaciones diplomáticas al previo status-quo. El congreso proveía un foro muy efectivo en la cual los EE UU podría dialogar no solamente con una nación, pero sino con casi todos los sectores de la región. Era una oportunidad imperdible que estimulaba el debate honesto y abierto; no se podía dejar escapar.<sup>105</sup>



**Figura 9: Valentín Letelier y Elihu Root<sup>106</sup>**

Dado entonces a esta dinámicas sociales, más nuevas y revolucionarias ideas científicas se trajeron a este CCPA que a cualquier de los otros congresos que le antecedieron o que iban a seguir. Si una región tenía mucha razón para dar, la otra tenía mucha razón para recibir. Esta dinámica política quizás explica el porqué de su éxito en traer científicos reconocidos mundialmente que practicaban lo que en aquel entonces se consideraba como la ciencia más avanzada.

Muchísimo trabajo y esfuerzo se puso en la preparación del congreso. Quizás escogido porque era el rector de la universidad principal de Chile, o quizás por su gran número de trabajos académicos, Valentín Letelier rápidamente se acomodó dentro su nuevo papel como presidente del comité organizador al establecer un cuerpo organizativo dentro de la universidad. Queriendo evitar el caos del pobremente planificado congreso de 1901 en Uruguay, este cuerpo empezó a reunirse en mayo del 1907—casi un año y medio antes de la realización del congreso en diciembre de 1908. Todas las cosas que se necesitaban hacer se hicieron: se formaron subcomités,

diligentemente se mandaron invitaciones a los gobiernos respectivos, se hicieron arreglos para el hospedaje, viajes, y entretenimiento de los delegados, se restauraron edificios, etcétera. Los comités de propaganda, que en verdad eran subcomités organizadores divididos por disciplina académica, crecieron hasta unos 417 miembros.<sup>107</sup>

En sus cartas de invitación a la prensa y a los intelectuales de Chile, el comité organizacional escribió, “Creemos casi innecesario patentizar á U.D. la importancia que tendrá semejante reunión ó insistir en las grandes ventajas de orden intelectual que, seguramente, derivarán de ella en el futuro.” Alrededor de 127 periódicos y revistas del extranjero cubrieron el evento, mientras que los miembros de la delegación Chilena no oficial inundaron sus reuniones como mencionado en el capítulo anterior. El gobierno Chileno gastó una suma extraordinaria para la ocasión: 596,327 pesos, de los cuales 367,944 pesos se invirtieron en la publicación y distribución de libros, 103,847 pesos para los costos generales de salarios, construcción, medallas, etcétera., y finalmente unos 97,536 pesos para actividades sociales. El comité organizador se percató tan seriamente del valor de los congresos, que decidió publicar hasta las notas de su planificación, y un libro sobre el estado intelectual y social en el cual Chile se encontraba—algo que ningunas de las naciones anfitrionas habían hecho antes.<sup>108</sup> La última reunión, de las cincuenta reuniones que había tenido el comité, tuvo lugar unos pocos días antes del comienzo del evento.

En su manifestación externa, el CCPA de 1908 se parecía a todos los demás congresos. La bienvenida informal se realizó el 24 de diciembre en el Club Santiago, un parque adornado con “las mejores flores chilenas.” Asistieron 1,200 personas, curiosamente referido al evento en la lengua castellana por el término anglosajón de, “garden party”. La inauguración oficial fue al día siguiente en el Teatro Municipal, con diecisiete discursos ofrecidos por líderes y oficiales del congreso. Parecía que aunque algunos genuinamente entendían su importancia, como Rafael Uribe de Colombia, otros simplemente no podían ver su trascendencia. Uribe dijo que el congreso era “para establecer el comercio de ideas...poniendo en relación a los trabajadores aislados y coordinando y colectivando los esfuerzos parciales.” Como ya se había hecho anteriormente, el presidente del comité organizador pasó la presidencia del congreso a un ciudadano de otra nación, en este caso a uno de Brasil, Don Carlos Ribeyro Lisboa. Trescientas niñas del Conservatorio Nacional de Música entonces entonaban el himno del cuarto congreso, “con un efecto grandioso.”<sup>109</sup>

Durante la semana entrante se llenó con los procedimientos actuales donde los delegados oficiales leyeron y discutieron sus presentaciones.

Los “participantes” que no pudieron acomodarse a estas normativas tuvieron la oportunidad de mandar copias de sus ensayos para que estos fuesen incluidos en la publicación de los procedimientos. Después de las reuniones formales científicas, hubieron numerosos eventos sociales como había sucedido en la mayoría de los otros congresos científicos. La delegación argentina celebró un baile el 26 del mes, mientras que los Chilenos tuvieron la suya dos días después con más de 2,000 participantes. También se hicieron excursiones a un número de facilidades de sanitación, tratamiento de agua, refinería azucarera, escuelas agrícolas, etcétera. Cada sección de delegados visitaba las áreas de importancia según sus intereses—los físicos fueron al observatorio sísmológico mientras que los zoólogos fueron al observatorio del “virus carbuncloso”. El Presidente Don Pedro Montt auspició el Fin de Año en el Palacio de la Moneda con más de 3,000 invitados. Se informó que las festividades duraron hasta las 4:30 de la mañana. En la sesión de clausura, Suárez Mujica y otras personalidades dieron discursos impresionantes sobre el valor de la ciencia y del científico—algo que quizás explica porque este fue seleccionado como presidente del congreso que le seguía.

Pero, internamente, el ICCPA fue muy diferente de los congresos que le antecedió y de los que le seguiría. Ciertamente, como en la mayoría de los CCLAs y CCPAs, los temas científicos como tal no constituyeron la mayoría de las presentaciones del congreso. Las páginas del material estadounidense, por ejemplo, constituye menos de un 1% de todos los procedimientos publicados. Pero su importancia excedía grandemente su representación ‘demográfica’. Estas contenían las semillas de revoluciones científicas contemporáneas.

Los norteamericanos llevaron muchos obsequios, como Root les había pedido—pero no solamente con un interés político, sino porque simplemente había mucha ciencia ‘nueva’ creada en su país natal y en el mundo. Mientras que las divisiones cronológicas raramente coinciden con las divisiones intelectuales, la coincidencia ciertamente aplica a los principios del siglo veinte: la teoría cuántica, la medicina tropical, la genética, y la astrofísica fueron algunas de las muchas ciencias recientemente creadas. Preguntas que nunca se podían haber contestado hasta ahora si se podían resolver; los modelos de la realidad física estaban cambiando, y enfermedades que parecían ser ‘hechos de la vida’ ahora eran sometidas a la influencia humana. Aunque los congresos latinoamericanos que le antecedieron ciertamente habían estimulado la interacción local, estos no habían podido subir el nivel general de la ciencia porque no habían estado en contacto con el pensamiento más avanzado de su tiempo. Al invitar a representantes científicos de los EE

UU, el CCPA de 1908 había cambiado todo eso. Si los latinoamericanos querían tomar el tren científico que se movía rápidamente hacia el nuevo siglo, ahora era el tiempo de unirse a él antes de que fuese muy tarde.

Un total de 21 delegados estadounidenses oficiales y no oficiales fueron los que presentaron un reporte formal al congreso de los EE UU sobre su participación.<sup>110</sup> Curiosamente, los delegados oficiales tales como el Coronel William C. Gorgas, Hiram Bingham de Yale, o el Dr. W. B. Smith de la Universidad de Tulane no eran necesariamente los más importantes desde un punto de vista científico. Los delegados no oficiales incluyeron al Dr. Albert A. Michelson, de la Universidad de Chicago, al Dr. H. D. Curtis, de la Universidad de Michigan, y al Dr. Thomas Barbour, de Harvard. Quizás muchos de estos nombres no serán inmediatamente reconocidos por el historiador de América Latina—con la posible excepción del Dr. Gorgas quien había estado en Cuba durante la Guerra Hispano-Americana y que tuvo un papel muy importante durante la construcción del Canal de Panamá. Pero la falta de reconocimiento inmediato no necesariamente signifiquen que tengan menos importancia.<sup>111</sup>

Las edades de los delegados variaba mucho—Barbour y Bingham eran hombres jóvenes, mientras que Michelson y Smith ya estaban acercándose al final de sus largas carreras. Aunque algunos todavía no habían establecido su reputación científica, estos estaban involucrados en las más novedosas áreas de sus disciplinas. Curtis, por ejemplo, había estado midiendo las velocidades radiales en Chile, un tema que unía la vieja astrometría con la nueva astrofísica.

Sus disciplinas respectivas eran las siguientes: Michelson—física, Barbour—biología, Curtis—astronomía, Gorgas—medicina tropical, Smith—física, y Bingham—la arqueología. Aunque Bingham no era un científico como tal, se incluye en este estudio por su ‘descubrimiento’ y estudios de Machu Picchu y sus contribuciones al estudio de la historia latinoamericana. Bingham ciertamente ayudó al norteamericano sentir una atracción hacia el continente sureño.<sup>112</sup>

Antes de discutir sus presentaciones, se proveerá información biográfica y científica para que el lector quizás obtenga una mejor idea del significado de cada personaje en la empresa científica—y así a su contribución potencial hacia la difusión científica en América Latina.<sup>113</sup>

#### Albert A. Michelson

Al principio del siglo la física estaba pasando por una revolución, y A. A. Michelson fue una parte integral de este cambio—aún cuando él no lo quería ser. El año antes del ICCPA, Michelson había ganado

el Premio Nóbel, un premio que todavía estaba en su infancia. Su mejoramiento del interferómetro había resultado en unas medidas muy precisas de la velocidad de la luz, algo por lo cual se le había otorgado el prestigioso premio. Nuevas pautas de medida ahora se podían establecer sin tener que usar un objeto físico como guía universal; los franceses en el siglo anterior, por ejemplo, habían mantenido una barra de metal cuidadosamente guardada para determinar el metro. Pero el trabajo de Michelson con el interferómetro hoy en día se considera aún más revolucionario por su apoyo en la desmantelación de las teorías físicas basadas en el éter. Einstein, quien había desafiado fuertemente la mera existencia del éter durante su “annus mirabilis” de 1905, en ocasión atribuiría gran peso al trabajo de Michelson.<sup>114</sup> Pero Michelson era primariamente un experimentalista que prefería refinar y mejorar sus experimentos hacia una perfección insaciable—un rasgo que parece haberlo llevado a una crisis mental y un divorcio.

El reconocido experimento de Michelson y Morley llevado a cabo en 1888 había sido precedido por el trabajo de Michelson en 1881 durante sus estudios en Alemania. Si la Tierra se movía por el éter, entonces deberían de existir cambios visibles en la velocidad de la luz cuando ésta se medía al cruzarla ó al moverse en contra de la ‘corriente etérica’. Pero no se podían encontrar cambios detectables. Otros científicos, como Fitzgerald y Lorentz, postularon que había una contracción de la materia física que anulaba las probables diferencias de velocidad que deberían de haberse visto en el experimento. El mismo Michelson sugirió que cambios topográficos de la región afectaba el éter, y que hasta que no se realizaran experimentos en las cimas de las montañas como *Mount Wilson* (EE UU), no se podría llegar a una conclusión viable. Ni Michelson, ni la mayoría de la comunidad de la física pensaron en dudar la existencia del éter, la cual Huygens había postulado como medio en la cual la luz podía viajar.<sup>115</sup> Tomó mucho tiempo para que esta teoría llegase a resultados negativos; había explicado demasiado y estaba muy íntimamente tejida a la malla intelectual de su tiempo. Incluso, unas de las presentaciones dadas por Michelson en el ICCPA parece haber sido una copia exacta de su discurso de aceptación Nóbel de 1907. En ningunas de los dos textos se obtiene una indicación que el éter estaba bajo algún tipo de cuestionamiento.<sup>116</sup>

Pero el liderazgo estadounidense en la ciencia debería de ponerse en perspectiva. Aunque varios científicos habían recibido premios Nóbel, incluyendo a Campbell quien solamente había sido nominado, el pensar que los EE UU era una metrópolis científica análoga a su expansión económica sería tener una noción muy incorrecta de su desarrollo científico. La institucionalización de la investigación científica en los EE

UU había sido un fenómeno relativamente nuevo, apareciendo durante el último cuarto del siglo diecinueve con las fundaciones de universidades tales como Johns Hopkins, Chicago, y Clarke. Aunque la física era parte de la *American Association for the Advancement of Science (AAAS)*, no llegó a formar su propia revista académica, el *Physical Review*, hasta 1894 y ni una sociedad, como la *American Physical Society (APS)*, hasta 1899. La mayoría de los físicos que se graduaron entre 1870 y 1900 obtenían sus diplomas en Europa; solamente 75 grados doctorales se les había otorgado durante este periodo. Pero aun más difícil era obtener trabajos en su disciplina—el laboratorio industrial de investigación y los fondos masivos de ayuda federal tan típicos del periodo después de 1945 todavía no habían emergido.<sup>117</sup>

Ciertamente, el periodo entre 1900 y 1920 fue de un crecimiento rápido, en comparación con las décadas que le antecedían. Si habían 215 físicos estadounidenses en 1900, para 1920 la membresía a la *American Physical Society* había crecido a 1,300. También habían surgido un nuevo número de programas universitarios tales como el de Cornell (1906), Princeton (1909), Illinois (1909), y Yale (1913). Durante este periodo la mayoría ya estaban obteniendo sus doctorados dentro de los EE UU. Entre 1900 y 1920, 400 grados fueron otorgados por 20 instituciones. Un incremento había sido observado en el periodo anterior. Para 1900, el número de físicos en los EE UU había sobrepasado el número de naciones Europeas. Alemania, por ejemplo, tenía solamente 145 físicos en 1900.<sup>118</sup>

Pero sin embargo, la productividad del científico en los EE UU era más baja que la de aquellos en Inglaterra o Alemania. Por cada 1.1 estudios publicados por físicos estadounidenses al año, el promedio en Alemania era 3.2 y en Inglaterra unos 2.2. Aunque la comunidad estadounidense estaba creciendo, esto no necesariamente significaba un incremento en su calidad.<sup>119</sup> Habían muy poco teoristas físicos de alto calibre, como J. W. Gibbs, en comparación con la comunidad de Europa. Las muertes de físicos importantes como Gibbs y Henry Rowland entre 1901 y 1903 fueron pérdidas tremendas para la comunidad científica norteamericana.<sup>120</sup>

Por lo tanto, el pequeño tamaño de la comunidad estadounidense de físicos en 1908 significó que congresos como el ICCPA eran bastante importantes para el intercambio de ideas y resultados. Esto se demuestra también en otras reuniones de esa década, tales como el *St. Louis Congress of Arts and Science* de 1904. Hubieron 100 físicos del extranjero y 300 norteamericanos. Aunque había sido un congreso mucho más pequeño que el ICCPA, contenía una concentración mucho más alta de teoristas avanzados. Por ejemplo, entre los delgados Europeos se pueden incluir

a Ludwig Boltzmann, Henri Poincaré, Paul Langevin, Wilhelm Ostwald, y Ernest Rutheford—este último había estado viviendo en Norteamérica, enseñando en la UCAL de Berkeley y luego en Yale (1907) dando sus “Stillman Lectures”. Las teorías más recientes fueron presentadas y discutidas por los delegados. Poincaré comentó proféticamente que la física estaba en un estado de revolución.

De acuerdo al historiador Albert Moyer, quien ha estudiado detalladamente la comunidad de físicos estadounidenses al principio del siglo, la mayoría de estos estaban informados sobre cambios tales como la teoría especial la relatividad (Einstein), o más básico aun el cuánto de Planck—aunque pocos entendían completamente su significado. Un artículo de 1906 para la revista la *Nación* (EU) quizás expresó el sentimiento de la mayoría de los científicos. “Hoy, la ciencia se ha desplazado hacia áreas de que tienen muy poca [inteligibilidad]...La física ha sobrepasado la formulas viejas...Brevemente, uno podría decir que el hombre de cultivación media no ha abandonado la ciencia, sino que la ciencia lo ha abandonado a el.”

Es sugestivo que Michelson no había ido al congreso de St. Louis por razones de salud y calendario. En general este creía que la física estaba ya completada, y que lo único que le quedaba hacer era añadir más puntos decimales a sus cálculos y medidas.<sup>121</sup> Pero aquellos que fueron eran miembros de una generación nueva, tal como Robert Millikan, quienes habían aceptado los cambios teóricos más rápidamente que sus viejos colegas, tales como Michelson. Avisos de tales cambios se habían desplazado por revistas tales como el *Physical Review*. Científicos norteamericanos también tendían a mantenerse en contacto con estos adelantos al leer revistas en el idioma Inglés procedentes de Inglaterra en vez de los ensayos más difíciles en las revistas del idioma Alemán. Los medios de difusión popular también cubrían algunos avances, tales como los premios Nóbel de los Curies en el 1904 y los rayos x de Roentgen del 1897.<sup>122</sup> Los físicos estadounidense estaban bien informados sobre los últimos adelantos en su disciplina.

#### William B. Smith

El único otro delegado estadounidense que dio una charla en el CCPA de 1908 sobre la física había sido William Benjamin Smith.<sup>123</sup> Nacido en 1850, Smith era un hombre mayor cuando accedió al congreso. Había recibido su bachillerato de la Universidad de Kentucky, y luego fue nominado para recibir el premio del mejor estudiante durante sus estudios graduados en Göttingen en 1876-9. Durante su nominación, surgió una controversia dado que el era un extranjero y estas solamente se

les habían dado a nativos, pero eventualmente decidieron otorgárselo—incidentalmente el único norteamericano que lo ha recibido. En su tesis doctoral, “Zur Molekular-Kinematic” (“Sobre el movimiento de la moléculas”), trató de desarrollar la termodinámica de las moléculas en un medio discontinuo al aplicar la ley de distribución Maxwell-Boltzmann. Smith también había estudiado los trabajos de Grassman—matemáticas que, de acuerdo a el, eran demasiado complicadas para la habilidad de sus compañeros estudiantiles.<sup>124</sup>

Curiosamente, durante los pocos años antes del ICCPA, Smith estaba claramente cambiando su enfoque académico, moviéndose desde la física hacia la teología. En 1906, por ejemplo, el había escrito un artículo sobre el cálculo, y otro sobre el Nuevo Testamento para la Enciclopedia Americana. Escribió *Der vorchristliche Jesus* en el mismo año, preguntándose si el Jesús bíblico había sido un persona real—un tema que también aparece en su *Ecce Deus* del 1911. Artículos teológicos que había escrito como joven académico trataban sobre la identificación de los autores de la Biblia. En el invierno de 1907-08, también había participado en el Congreso de la Teología Moderna en Ámsterdam. El carácter general de sus escrituras teológicas trataban principalmente con la historia bíblica.

Smith, por lo tanto, representa un tipo de enigma. En contraste con Michelson, él no trató de encasillarse en la incrementante especialización de la sociedad norteamericana.<sup>125</sup> Era un generalista con una diversidad tan amplia de entrenamiento que podría haber ocupado las cuatro presidencias departamentales dentro de una universidad—una alegación razonable de su parte. Mientras que tenía una obvia inclinación intelectual más teórica que la de Michelson, los lazos de Smith con la comunidad de físicos era débil. Aunque había obtenido su entrenamiento en los centros más avanzado de Europa, era un sureño estadounidense que había dedicado la mayoría de su esfuerzo intelectual resolviendo problemas teológicos. Y es por su trabajo en el tema religioso por lo cual el obtuvo distinción como académico, y no por su trabajo como físico.<sup>126</sup> Es probable que Smith compartía el aislamiento que sentía el científico latinoamericano; al no poder compartir con sus colegas, quizás se dedicó a temas de más afinidad e estímulo intelectual. Como Einstein una vez dijo, “Lo que no se valoriza socialmente no se desarrolla hasta en las personas más dotadas.”<sup>127</sup> Irónicamente, mientras que Michelson no habló de las nuevas teorías de la física en sus presentaciones, su colega Smith si lo hizo. Este, quien también era políglota, dio su presentación en español.<sup>128</sup> Teddy Roosevelt le había dado una invitación personal a Smith, y por buena razón como pronto veremos.

## William C. Gorgas

Otro participante era el Dr. William C. Gorgas. Cuando fue invitado a la edad de 54, Gorgas estaba asistiendo la construcción del Canal de Panamá—un proyecto iniciado por los franceses en la década de 1880 bajo el mando de Ferdinand de Lesseps, pero que había fracasado por la alta mortalidad proveniente de las enfermedades tropicales. Gorgas había asistido en el descubrimiento de la causa y cura de la fiebre amarilla cuando servía como oficial de sanitación en Cuba al final de siglo. El proyecto de Panamá fue un éxito en parte por la presencia de Gorgas, quien pudo controlar estas enfermedades al deshacerse del mosquito—una hazaña mucho más difícil para completar de lo que se piense.

De acuerdo al historiador David McCullough, el Dr. Gorgas confrontó numerosos problemas al empezar, en parte porque el director John Wallace limitó sus provisiones para mantener bajos los costos del proyecto; problemas financieros cuyo Wallace quería evitar habían afectado los esfuerzos franceses. Este aplicó la lección incorrectamente y sufrió muchísimo por lo tanto—perdiendo su esposa e hijos al vomito negro. Con John Stevens como nuevo director en 1905, hubo un cambio dramático. Si Wallace había negado el pedido de 2 toneladas de periódicos para fumigar cuartos, Stevens en una ocasión le dio \$90,000 solamente para comprar tela metálica. Con estos nuevos recursos, Gorgas pudo mantener las enfermedades tropicales en el área de construcción bajo control hasta la terminación del proyecto en 1913—una lección para un hombre que inicialmente se había opuesto fuertemente a la idea. “Yo puedo recordar...haber pasado muchas horas tratándole de enseñar al Dr. Finlay lo absurdo de su teoría sobre el mosquito, pero el doctor era un veterano quien ya había tenido dieciséis años de experiencia refutando argumentos de otros como yo quien consideraban su teoría como absurda—pero el no se daba por vencido.”<sup>129</sup>

Pero los problemas del Dr. Gorgas también se debieron a los cambios de paradigma y a las demoras culturales que le sigue. Como Jerome Ravetz ha escrito, una nueva ciencia no nace con la habilidad de poder contestar todas las preguntas que han surgido, y por lo tanto, inicialmente se requiere un grado de fe para su práctica. La medicina tropical, o el descubrimiento que los vectores, tal como los insectos transmitían ciertas enfermedades, era una nueva ciencia. Aún cuando Gorgas había terminado de fumigar, las enfermedades no desaparecieron inmediatamente, y, por lo tanto, creó dudas a Wallace sobre la validez del método. Hasta Gorgas, quien sabía cual era la causa de la enfermedad (el mosquito como vector), inicialmente estaba perplejado. Pero se dio

cuenta que tenía que identificar todas las posibles áreas de reproducción y su patrón de vuelo, para eventualmente llegar a las normas de salud que el decía poder obtener. No era solamente una pregunta de fondos, sino también era un proceso cultural que toma tiempo para madurar. Gorgas tenía que convencer a sus supervisores, quienes dudaban de los mismos principios de su medicina, mientras que a la misma vez desarrollaba el paradigma de tratamiento. Algo parecido le había pasado al ‘padre’ de la medicina tropical, Patrick Manson en 1889 y a Charles Stiles quien estaba tratando de controlar la lombriz intestinal durante los 1890’s. Los hombres no son dioses que nacen con un entendimiento perfecto, sino criaturas quienes tienen que desarrollar este entendimiento durante un proceso gradual y lento.<sup>130</sup> Los descubrimientos crean nuevas expectativas y normas de evaluación que hacen el entendimiento de su pasado clima intelectual más difícil de entender.<sup>131</sup>

Gorgas también había sido afectado positivamente por la institucionalización de la medicina en Los Estados Unidos. A principios de siglo, los doctores con entrenamiento científico estaban apoderándose del mercado médico previniendo la práctica del médico “curandero”—aquel sin fundación científica. Su éxito no solamente se debió al descubrimiento de la bacteriología—una ciencia que obviamente curaba—sino que también a su maniobra legal e institucional. Sin un control de las institucionales educativas y de la licenciatura no se obtendría, un gran porcentaje de medicina ‘falsa’ se mantendría en operación. El *Bulletin Number Four* de Abraham Flexner (1910) fue una crítica devastadora sobre la educación médica, sacando conclusiones parecidas a un estudio de la *American Medical Association* de 1906. Unas de estas era que existían demasiadas escuelas. En 1890, por ejemplo, habían 106 escuelas sectarias, 16 homeopáticas, y 9 eclécticas—criaderos de la medicina inefectiva. Después del reporte, mientras el número de médicos practicando bajó, la calidad de la medicina general incremento. Los valores del egalitarismo norteamericano no encajaban muy bien con el rigor de la ciencia.<sup>132</sup>

## Heber D. Curtis

De todos los delegados estadounidense que eran científicos como tal, Heber D. Curtis fue el que tenía más conocimiento profesional con América Latina. Empleado por el Observatorio Lick en 1902, Curtis fue mandado por su director W. W. Campbell a Chile entre 1906 y 1910 para la expedición D. O. Mills—un programa para estudiar las velocidades radiales de las estrellas en el hemisferio sur. Curtis presentó un resumen



también exploró los alrededores de la ciudad para determinar sitios posibles para un observatorio, donde ahora se encuentran uno de los observatorios más avanzados del mundo: La Silla. Hoy en día, todavía existe un pico llamado, “Cerrito Curtis”. El trabajo de Curtis fue tan profesionalmente hecho, que el director del Observatorio Chileno, “Federico” Ristenpart, hasta le había ofrecido una posición como líder de la sección de astrofísica en 1909—una oferta que Curtis rechazó. Quizás su contestación era de esperarse.<sup>139</sup>

Nacido en 1872, Curtis estaba a edad media cuando participó en el ICCPA. Todavía no había llegado a la cima de su carrera profesional al comenzar el congreso, y este también no parece haber sido un investigador totalmente independiente pero sino uno que seguía la agenda investigativa de Campbell. Pero tal no era raro durante una época en la cual había surgido el telescopio “Grande”. El incremento de la sofisticación de los telescopios y su equipo significó la creación eventual de un ambiente corporativo para lo cual se requería de personalidades autocráticas como la de Campbell y Ristenpart para el manejo eficaz de estas nuevas instituciones. La expedición a Chile había sido nombrada tras el comerciante de California quien había donado al Observatorio Lick unos \$700,000 durante su larga asociación con la institución, y unos \$24,000 específicamente para el proyecto. Es curioso notar que Campbell, como resultado de su cortejo con la élite adinerada típica del periodo, también recibió fondos de Phoebe A. Hearst (viuda del millonario publicista George Randolph Hearst) para comprar el primer automóvil del observatorio en 1908—haciendo la jornada de la montaña en que se encontraba el observatorio mucho más fácil.<sup>140</sup> La expedición D. O. Mills eventualmente terminara en 1928 con la publicación de 10,310 espectrogramas. Para entonces, Curtis había desarrollado su madurez profesional y el nombre que antes le faltaba.<sup>141</sup>

Para el medio de los 1910, Curtis se convirtió en el portavoz principal de la teoría de la “isla” galaxial. Lanzando los argumentos más persuasivos en su defensa, y los ataques más brutales hacia su oposición, él representaba lo que Shapley refería como el “estado mental Lick”. Shapley obviamente usaba el término peyorativamente para lo que él creía ser el conservatismo excesivo del grupo. En lo que ahora se refiere como el “Gran Debate” de la astronomía ocurrió entre Curtis y Shapley públicamente en las salas de la *National Academy of Science* en 1919 y, privadamente, en las paginas del *Bulletin of the National Research Council* en 1921. No fue un debate muy confrontacional ya que Shapley no dio mucha lucha contra Curtis en el foro abierto, quizás porque esto lastimaría sus posibilidades de su candidatura al observatorio de Harvard. Pero ambos estaban estirando las fronteras del conocimiento

astronómico. Usando nuevos métodos estadísticos y las estrellas variables Cefeidas, Shapley había extendido el tamaño de nuestra galaxia de unos 23,000 años luz a 300,000, así dándole una proporción más significativa en el universo y una explicación al porque de las nebulas vistas a su borde. Irónicamente Curtis, quien había atacado el uso de las variables Cefeidas hasta el 1921, finalmente las aceptó cuando fueron usadas por Edward Hubble para dar más evidencia en favor a la teoría de la “islas” galaxial—un esquema más grande y complejo de lo que se imaginaba Shapley.

Como podemos observar, los más recientes adelantos de la ciencia astronómica al principio del siglo no estaban ocurriendo en Europa con sus observatorios localizados en el medio de la ciudad, sino en los Estados Unidos con sus Olimpos montañosos. Si había estado a paridad en otras ciencias, para 1908 los EE UU había sobrepasado a Europa en la carrera hacia las estrellas—una delantera que continuaría creciendo durante la primera mitad del siglo veinte. El telescopio más grande del mundo en esa época era el de 60 pulgadas en *Mount Wilson*, construido en 1908 y cuyo costo (no incluyendo el domo y sus monturas) se había estimado en unos \$66,700. Incluso, surgió un tipo de “guerra fría” entre diferentes instituciones estadounidenses durante el último cuarto de siglo para construir el telescopio refractivo más grande—18.5 pulgadas (1862), 25 pulgadas (1871), 26 pulgadas (1873), y finalmente el Observatorio Yerkes de 40 pulgadas, construido en 1897. Pero estos telescopios de refracción, como el de Yerkes, tenían un límite de tamaño muy bajo que aquellos de reflexión no padecían. Sus lentes gruesos tendían a doblarse bajo su propio peso. Adelantos como la capa de plata, las montaduras de George Ritchey, y el uso de cristal en vez de metal como base, mejoró grandemente la efectividad de los reflectores, que por su naturaleza también eran más baratos para construir que los refractores. La mayoría de los reflectores grandes fueron construidos con fondos de fundaciones filantrópicas. Hale, quien venía de una familia rica industrial de Chicago, dedicaría su vida entera a la astrofísica al construir sus fundaciones institucionales.<sup>142</sup>

Podemos obtener una idea de los precios de los telescopios por el siguiente ejemplo. Aristarchos Beloposky, director del Observatorio Pulkovo en Rusia, le había pedido a George W. Ritchey, quien había ayudado con el diseño del observatorio Wilson, que construyese un telescopio de 40 pulgadas. Cuando Ritchey dio un estimado de \$40,000, Beloposky retiró su pedido. Aún cuando Ritchey bajó el precio a unos \$30,000, no cambió la decisión de Beloposky. Los telescopios reflectores eran baratos, pero obviamente no eran baratos suficientes.<sup>143</sup> Es irrealista pensar que las naciones de América Latina, muchas de las

cuales todavía no se habían industrializado, podrían haber competido en esta carrera científica.

### Thomas Barbour

Hoy día, quizás nos parezca sorprendente que se le pida a un joven que participe en un congreso internacional de mucha importancia sin aun haber terminado su doctorado, pero Thomas Barbour tenía muchos rasgos que lo harían un excelente embajador científico. Nacido en 1884, ya para 1907 Barbour había participado en el Séptimo Congreso Zoológico Internacional en Boston. Un hombre alto y gregario de familia rica, Barbour había vivido en Florida durante el primer año de la Guerra Hispano-Americana cuando se enfermó con la fiebre tifoidea. Como resultado de su estadía en Florida, también adoptó el español como segunda lengua. Barbour también había tenido un historial de investigación amplio. Influenciado por libros de Alfred Russell Wallace, en 1906 viajó por el Archipiélago Malaya durante su luna de miel. Barbour recopiló tantos datos en este viaje que para 1912, tenía unos 47 papeles científico a su nombre, y para el ICCPA había publicado 19 ensayos académicos. Su viaje a Chile para el ICCPA también lo iniciarían a una asociación de por-vida con la flora y fauna de América Latina. Aunque otros delegados tales como Reinsch no fueron invitados a participar en otros congresos, Barbour viajaría otra vez a la Ciudad de México en 1910 para representar la Asociación de Universidades Americanas—el mismo año en que terminaría su doctorado. Durante la Primera Guerra Mundial, él también iría a Cuba como embajador estadounidense, y mantendría una relación de por vida con sus colegas de la isla. En retrospectiva, Barbour era un candidato muy favorable para representar los EE UU en el ICCPA.<sup>144</sup>

Pero en contraste con Michelson quien tenía una reputación y un cuerpo de trabajo bien establecido, Barbour parecía que no tenía mucho que contribuir al congreso como pedido por Elihu Root. Su juventud quizás era una espada de doble filo. Los pocos credenciales para el año de ICCPA quizás explica porque su presentación no fue publicada en los procedimientos del congreso.<sup>145</sup> En contraste con Curtis quien traía la nueva astrofísica, el joven Barbour representaba una vieja metodología la biología norteamericana—una disciplina que durante esta época estaba dado paso a una más experimentalmente rigurosa. Aunque joven, Barbour no era ‘nuevo’.<sup>146</sup>

Los cambios intelectuales, metodológicos, y organizacionales que la biología estadounidense tuvo entre los años 1880 y 1910 eran muy complejos y radicales. Esto no tiene que ver solamente con

la complejidad de las ideas, sino también con la descentralización institucional que caracterizaba a esta comunidad—algo muy diferente a la química quien ya tenía una organización nacional coherente para esta fecha. Este cambio hacia el *Entwicklungsmechanik* de Jacques Loeb había sido muy visible durante la primera década del siglo. Por ejemplo, en la revista *The American Naturalist*, ensayos que trataban con la historia natural decayeron rápidamente desde un 89% a un 47%, mientras que aquellas que usaban la experimentación subieron desde un 11% a un 53% entre 1900 y 1912. El conflicto entre los dos campos procedía de a diferencia epistemologías y éticas, y a un cansancio con grandes sistemas filosóficos como el de Charles Darwin.

Irónicamente, aunque las ideas de Darwin sobre la evolución habían decaído en la comunidad norteamericana en 1900, se estaba haciendo mucho trabajo al tiempo que, sin saberlo, proveería la evidencia más fuerte para estas ideas. El trabajo eventualmente culminaría en la “Gran Síntesis” completada unos pocos años antes de la Segunda Guerra Mundial. El esquema Darwiniano en 1900 era problemático por muchas razones, primariamente porque entonces se veía a la selección natural como la única causa de especiación y porque no habían otros mecanismos para explicar la creación de nuevos rasgos biológicos.<sup>147</sup> Los neo-Lamarckianos habían surgido en su apoyo espiritual por el control del hombre sobre su mundo, y los biólogos académicos se habían re-enfocado para estudiar temas más específicos y problemas más concretos, tales como los de la embriología. Un contemporáneo de Darwin, Gregor Mendel, tenía la llave de la evolución. Es curioso mencionar que Darwin no solamente había rechazado el artículo de Mendel cuando este se lo había mandado personalmente, pero sino que también los Darwinistas al principio del siglo rechazaron inicialmente los nuevos descubrimientos en la genética, percibiéndoles como antitéticos a sus trabajos. T. H. Morgan, quien en 1915 redefiniría con sus estudiantes el trabajo de Mendel para crear lo que ahora se conoce como la “genética”, también rechazó inicialmente al gen como un fragmento de la imaginación. Las ideas de Mendel, irónicamente, entraron a la comunidad de biólogos estadounidenses por la vía más inesperada—no por las universidades, sino por las estaciones experimentales agrícolas del gobierno federal. El eternamente-práctico norteamericano estaba más interesado en las tablas mendeliana, no por lo que podía decir sobre la naturaleza de la vida, sino por como le podía ayudar a tener mejores cosechas. Aunque el darwinismo estaba vivo, no se podía encontrar por ningún sitio.<sup>148</sup>

Barbour no parece insertarse muy bien dentro de este nuevo mundo de la biología norteamericana porque era ni un embriólogo experimentalista,

ni un genetista estadístico. Aunque era joven, Barbour era un biólogo que se parecía más a tipos como Darwin y otros de hace medio siglo—un ‘caballero naturalista’ de medio afines.<sup>149</sup> Era una distinción de la cual el estaba orgulloso, y la cual acentuó en su *A Naturalist in Cuba* (1945) o su autobiografía, *A Naturalist at Large* (1943), popularizaciones de la vida y estilo de una ‘vieja’ biología. Dentro de esta imagen, nunca se le pagó a Barbour durante sus posiciones de por vida en el Museo de Zoología Comparativa de Harvard, aunque la biología se estaba profesionalizando durante este periodo. Es más, el le cedió fondos extensos al Museo durante su posición, algo que quizás influyó su nombramiento como director en 1927. La riqueza de su familia también proveería recursos para el laboratorio Barro Colorado en Panamá—una isla que se había formado cuando se inundó la región para crear el canal. Pero su manierismo anticuado no previno que hiciera investigación avanzada.<sup>150</sup>

Barbour siguió preguntas de investigación que se resolverían más de medio siglo después e incorporados al paradigma Darwiniano por biólogos tales como Theodosius Dobzhansky, Steven Jay Gould, y E. O. Wilson. Barbour era un biogeógrafo de isla.<sup>151</sup>

En 1915 Barbour se vió involucrado en una polémica pública con W. D. Matthews sobre la existencia de una “línea Wallaciana” entre Jamaica y Cuba. Matthews intelectualmente era un Darwiniano con rasgos de uniformitarianismo Lyeliano—la Tierra no pasaba por cataclismos radicales. Por lo tanto, creía que los cambios en los registros de fósiles mamíferos en el sur de los EE UU se podían explicar por cambios meteorológicos (tormentas). Barbour no estaba en acuerdo. Como su mentor intelectual Wallace, Barbour enseñó que el océano era tan profundo entre estas dos islas, que servía efectivamente como una barrera geológicas entre ellas. El terreno había cambiado significativamente por los años, y así se había creado un medioambiente aislado.<sup>152</sup> Barbour hizo unas pocas demostraciones para demostrar que las especies común a las Antillas pequeñas no pudieron haber sobrevivido ni un día en el océano, y mucho menos un largo viaje. Pero la polémica como tal entre Barbour y Matthews no se resolvería hasta el desarrollo de la teoría de platos tectónicos muchos años después. Como había ocurrido antes, el progreso de la biología no vendría hasta que ocurriesen adelantos en la geología—algo no muy diferente del estímulo de la física hacia la astronomía. Es justo opinar que, como muchos otros de sus colegas en el ICCPA, los debates públicos marcaron la madurez científica de Barbour.<sup>153</sup>

## Hiram Bingham

Nacido en 1875, Hiram Bingham, como Barbour, era un hombre joven sin todavía haber hecho su marca en el mundo intelectual. Ambos también eran muy altos y compartían una pasión por la exploración; Hiram media 6’4” y Barbour 6’5”. Para escribir su tesis doctoral sobre la influencia escocesa comercial, viajó por Europa y el Caribe—incluyendo a Puerto Rico, “Crab Island” (Vieques), y Venezuela—en búsqueda de documentos y evidencia. En un punto, hasta trato de trazar los pasos de Bolívar por los Andes. Pero los recursos económicos que Barbour había heredado, Bingham los obtuvo por su encanto. En 1900 se casó con una hija de la rica familia Tiffany, y por lo tanto pudo satisfacer sus intereses de América Latina como ningún otro historiador de su tiempo. Antes de obtener su primer trabajo, los padres de Afreda Mitchell le dieron a la pareja una mansión de 26 cuartos para usar como su primera casa. Pero las similitudes entre los dos hombres no terminan ahí. El ICCPA pondría a Bingham en una región que lo dejaría impresionado, y que lo marcarían como académico. En 1911 Bingham “descubriría” a Machu Picchu.

Afligido constantemente por su deseos contradictorios, la aventura y la erudición, Bingham era un Indiana Jones al principio del siglo. Woodrow Wilson, entonces Presidente de la Universidad Princeton, había personalmente otorgado a Bingham una posición en la universidad como parte de un proyecto piloto en 1905. Bingham se retiró el mismo año académico porque tomaba demasiado de tiempo, tenía que leer demasiado. Bingham, como Barbour, luego obtuvo un profesorado en Yale, su alma-matter, donde el podía satisfacer libremente sus deseos de viajar sin la necesidad de tener que enseñar como un profesor. Irónicamente, Bingham no tenía tanta erudición en la arqueología ni en estudios Meso-Americanos antes de su descubrimiento. El ‘descubrimiento’ fue un encuentro afortunado en un área bien conocida por los que habitaban en la región, y quienes llevaron a Bingham al sitio.<sup>154</sup>

A pesar de la naturaleza de su “descubrimiento”, Bingham era un pionero verdadero en que era uno de los pocos historiadores que entonces existían en los EE UU concentrándose en América Latina—un área la cual los Estados Unidos reconocería que necesitaba más desarrollo en el ICCPA. En sus muchos viajes a América Latina, Bingham también funcionó como bibliotecario, comprando libros para las bibliotecas de Yale y Princeton. Si los dos hemisferios iban a establecer relaciones amigables que duraran un largo tiempo, tenían simplemente que llegarse a conocer mejor unas a otras. Bingham no solamente ayudó a los Estados

Unidos a aprender más sobre su vecino sureño, sino que también ayudo a este vecino a conocer más sobre si mismo.<sup>155</sup>

Los delegados que se han discutido eran representantes de sectores prominentes de la economía científica estadounidense. Michelson había hecho importantes avances en el estudio de la luz. Curtis estaba entendiendo mejor la estructura de la galaxia y del universo como tal. Gorgas contribuyó adelantos significativos en la parasitología. Barbour exploró temas que eran muy avanzados para su tiempo, y que no se resolverían por décadas. No debería sorprendernos que sus presentaciones tenían el potencial de reorientar la actividad científica de casi toda Latinoamérica. En vez de ir a los centros más avanzados de la ciencia, los CCPAs de América Latina muy ingeniosamente trajeron estos centros a la tierra nativa. Por lo tanto, es importante ver específicamente las exposiciones de estos delegados y ver que ideas se discutieron.

No está claro si Dr. M. J. Rosenau, Simon Flexner, y el Dr. H. R. Carter participaron en las reuniones del ICCPA. Ellos no fueron nombrados como delegados oficiales al congreso, y el reporte de 1908 no daba una lista completa de los participantes.<sup>156</sup> Se sabe que muchos participantes, estadounidense y no-estadounidenses, mandaron sus presentaciones para ser leídas públicamente por otros compañeros. Como el numero de los participantes en las reuniones sociales, al igual que aquellos en otras listas, sobrepasaban el numero de delegados oficialmente reconocidos, esto sugiere que las listas de delegados oficiales no eran comprensivas. Cualquiera que sea el caso, las ponencias de estos tres científicos se publicaron en los procedimientos—y así por lo menos haciendo sus ideas accesible a la comunidad científica de América Latina.<sup>157</sup> Con la presentación del Dr. Gorgas, se daba a conocer algunos de los más recientes adelantos de la investigación medica estadounidense. Aunque ya habían realizado otros tres Congresos Médicos Pan-Americanos hasta el 1901, estos prescindieron los adelantos descubiertos por investigadores del los EE UU<sup>158</sup>

En su, “Últimos adelantos en el estudio de la fiebre tifoidea”, el Dr. Rosenau describe lo que se había descubierto en la ultima década sobre esta enfermedad. El trabajo de Walter Reed en 1898, de Robert Koch en 1902, el método de su identificación en la excreta por Conradi y Drigalski, y el caso de la infamosa “María la tifoidea”—una cocinera que contaminaba la enfermedad a todos sus patrones—se discutieron en el reporte. Pero más importante aun, el Dr. Rosenau describió los vectores más comunes de la transmisión, y la manera más efectiva de su control. Se reportó que la bacteria se regaba principalmente por

medio del agua no-tratada, en un 40%, la leche, en un 25%, y el contacto humano, principalmente por los niños. Las moscas caseras también regaban la enfermedad al volar desde el excremento a la comida, y así regando el bacilo. Rosenau había estado a cargo de una comisión en 1906 para estudiar la tifoidea en la ciudad de Washington D.C.

Simon Flexner dentro de esta línea de investigación reportó los últimos descubrimientos, en este caso, de un nuevo suero desarrollado por el *Rockefeller Institute for Medical Research* contra la peligrosa meningitis. La mortalidad en los adultos se reducía a solamente un 14% de la totalidad de casos cuando estos se cogían en sus más temprana etapas. La implicaciones de tales investigaciones para la victoria sobre la enfermedad eran obvia.<sup>159</sup>

Uno quizás se podría imaginar que el Dr. Gorgas habló sobre su trabajo con la fiebre amarilla en Cuba y Panamá, y que el Dr. Carter, quien había sido director de hospitales en Panamá, también habló sobre el trabajo de Gorgas. Sin embargo, ellos proveyeron interpretaciones muy diferentes sobre las relaciones entre doctores y pacientes de lo que se suele a relatar por algunos historiadores.<sup>160</sup> La pregunta principal que Gorgas discutió no fue el ciclo del vector pero sino la infraestructura legal y organizacional que se necesitaba para curar a la gente. El énfasis no-científico que Gorgas le dio a su charla era de esperarse cuando uno considera las dificultades que los doctores estadounidense habían tenido al tratar las enfermedades tropicales en ambos hemisferios.<sup>161</sup> El mismo Gorgas menciona algunas de sus dificultades. Aunque la ciudad de la Habana había tenido la fiebre amarilla en forma endémica por casi dos siglos, su población no cooperaba en su tratamiento. Gorgas entendía que los doctores latinoamericanos que luchaban por eliminar la enfermedad tendrían que, como el, multar a los ciudadanos que no querían tomar las medidas necesarias para erradicar la larva *stegomyia*. Algún tipo de superioridad legal se le tenía que otorgar a estos médicos para poder esforzar las medidas de tratamiento necesarias. Gorgas también describió lo que él pensaba era la estructura organizacional más efectiva, como la creación de municipalidades de 600 personas con un costo de \$1,900 (EE UU) al mes.

El Dr. Carter a cambio explicó el porque de tales medidas. Un ataque directo hacia el mosquito *stegomyia* como tal no era una metodología científicamente juiciosa, y, por lo tanto, siempre se había considerado como un método secundario para tratar a cualquier población. El enfoque principal siempre había sido poner en cuarentena a las personas infectadas—pero no de otros individuos, sino de los mismos vectores que la transmitían (el mosquito). Habían encontrado que aunque un paciente se podría infectar solamente durante un periodo de cuatro días,

el mosquito como tal podía ser ‘contagiosos’ por un periodo de tiempo mucho más largo de un mes y medio. Cuidadosos análisis científicos habían, de esta manera, enseñado cual era el talón de Aquiles de la enfermedad—prevenir que el mosquito se infectara desde un principio. El Dr. Carter notó que en pequeñas comunidades donde la enfermedad no era endémica, era fácil establecer las cuarentenas entre paciente y vector. Pero era casi imposible de implementar en grandes áreas urbana debido a la falta de cooperación de los pacientes. El obstáculo más nocivo en el tratamiento de la fiebre amarilla no había sido el mundo natural, sino el mismo ser humano. Por esta razón, el último método de tratamiento disponible al médico era la guerra total contra el mosquito. Tal estrategia tenía el beneficio de reducir los conflictos entre el paciente y doctor, mientras que a la misma vez dar en un resultado eficaz y efectivo. Lo mismo ocurría con la malaria, una enfermedad que se regaba de manera parecida.<sup>162</sup>

Las cinco páginas de la presentación de Michelson, en comparación con la mayoría de presentación de 50 páginas en la sección legal del ICCPA, no era una presentación de los últimos adelantos de la física teórica. Los nombres de Planck, Einstein, Zeeman, Thomson y otros nunca aparecen en sus párrafos. Al contrario, toda su presentación estaba contextualizada en una vieja concepción mecanística que para este tiempo se estaba incrementalmente haciendo obsoleta—la caracterización del mundo como el resultado simple de partículas en choque. Incluso, ni Maxwell, quien había iniciado la revolución en contra de este paradigma, fue aludido por Michelson. El único científico que sí mencionó había muerto hace más de dos siglos: Isaac Newton. Típico de la inclinación no-teórica del físico norteamericano, Michelson habló solamente de instrumentos y de las técnicas para entallar pequeñas rayitas y como hacer tornillos. Los teoremas eran temas de pequeña importancia; Michelson no alimentaría a su audiencia con las últimas ideas de la física. En vez, haría algo quizás más importante. El les proveería con las herramientas que habían permitido el descubrimiento de estos adelantos en primer lugar.<sup>163</sup>

En su “Recientes progresos en la Espectroscopia”, Michelson dio una detallada presentación sobre la construcción de espectroscopios y interferómetros.<sup>164</sup> Pero el aspecto más importante de la charla fue la discusión de los criterios para determinar su poder. Si la calidad de un telescopio se puede medir por su habilidad de detectar estrellas doble, entonces la calidad de un espectroscopio se podría medir por las distancias que se forman dentro de su espectra—la más grande la distancia entre las líneas, la mayor su precisión. Los espectroscopios más avanzados, Michelson le informa a sus colegas latinoamericanos,

fueron diseñados y construidos por Henry Rowland, los cuales habían sido usados por la comunidad norteamericana durante los últimos veinte años. Las rejillas difraccionales Rowland tenían unas 100,000 líneas entalladas dentro de un espacio de solamente 50 milímetros, y eran tan precisas que teóricamente podían dividir la línea D 300 veces. Hasta podía detectar los efectos del magnetismo en el espectra—aludiendo al efecto de Zeeman (1896) y quizás a la complejidad interna del átomo. Algunos de los elementos más importantes en la construcción del espectroscopio eran la estabilidad del tornillo y la temperatura de los materiales; los más pequeños cambios en estos elementos podrían rendir el producto final totalmente inútil. Siempre el perfeccionista, Michelson les enseñó a su audiencia como evitar más de cien años de fallos instrumentales.<sup>165</sup>

Aunque las presentaciones que se han discutido hasta ahora eran importantes, había algo mágico con la ponencia, “Nuevas teorías de los fenómenos físicos,” de William Benjamin Smith.<sup>166</sup> En ella, Smith revela el nuevo territorio trazados por el electrón de J. J. Thomson, y a su vez haciendo una invitación abierta al territorio en la física. Como sugiere Smith en su título, él pensaba que estaba discutiendo los últimos adelantos no solamente en la ‘nueva ciencia’ (la física), sino de todas la ciencias. Como hizo claro a su audiencia, “no hay un tema de significado puramente científico que sea más importante, ó que se encuentre más central en la escena del interés, ó que sea más digno de la atención de los sabios reunidos de dos continentes.”<sup>167</sup> El electrón y todo trabajo al respecto, como se sabe ahora, tendría un efecto profundo en todas las demás ciencias—un punto que Smith enfatizó explícitamente durante su lectura cuya validez no podía completamente saber. En su discurso, Smith le estaba entregando una nueva ciencia para una nueva audiencia de consumo inmediato. El tema era relativamente nuevo y lleno de posibilidades en su investigación. Tres años después, Ernest Rutherford descubriría que el átomo en su mayoría era espacio vacío, y no sería hasta el 1932 que la búsqueda de sus componentes “principales” se terminaría—una carrera científica abierta a los latinoamericanos.<sup>168</sup>

Al igual, los misterios del átomo eran tan pobremente entendidos y la evidencia era tan escasa, que la ideología diariamente afectaba en el proceso cognitivo científico. Por ejemplo, tomaría más de dos años antes de que los resultados del trabajo de Thomson en 1897 fuesen aceptados. Durante su primera charla, la entretenida audiencia inglesa preguntó si él estaba bromeando. Los científicos alemanes, quienes también habían medido la proporción de la energía a la masa, ni se pusieron a considerar que sus resultados se debía a un corpúsculo infinitamente más pequeño dentro del átomo. Estos pensaban demasiado dentro

del paradigma etérico. Aun hasta 1908, los anti-atomistas finalmente callarían y aceptarían una estructura atómica más compleja, en parte por el trabajo de Einstein con el movimiento Browniano.<sup>169</sup> Los comienzos de la física atómica fueron verdaderamente ‘religiosos,’ como discutido por Ravetz, en que uno necesitaba un cierto nivel de fe para continuar la investigación de uno bajo tanta incertidumbre. Parece que fue esta incertidumbre intelectual caracterizando esta ciencia igualitaria que llevó al físico Earnst Mach postular su ahora infamoso positivismo. Uno necesitaba, decía Mach, datos claros y distintos, aludiendo a la filosofía Cartesiana del siglo diecisiete. Todo tenía que ser indudable. Pero científicos como Einstein luego rechazarían estas ideas, caracterizando a Mach como un “filósofo deplorable”. Cuando el joven Werner Heisenberg le confesó a Einstein que temía que no tener suficiente evidencia para su trabajo, Einstein inmediatamente le respondió que era imposible hacer cualquier progreso en la ciencia si uno solamente pensaba con la evidencia disponible. Smith utilizaría, discretamente, este elemento cuasi-religioso en la retórica de su presentación.<sup>170</sup>

¿Que podría explicar la alta proporción de energía a masa ( $e/m$ ) descubierto en los rayos de tubos catódicos Crooke?, pregunta Smith en su ponencia. ¿Se daba la cifra a un nivel muy alto de energía o una masa molecular muy baja? Resulta que los rayos estaban compuestos de electrones, o “corpúsculos” como Smith dice, con una masa desproporcionalmente pequeña. Esta era una 1/1700 del tamaño del átomo de hidrogeno. Pero entonces, pregunta Smith, ¿significaba esto que el átomo podría tener 1,700 partículas en él? Era difícil determinar la respuesta para el enero de 1908.

Smith entonces describió un modelo atómico parecido al de Bohr—círculos esféricos concéntricos que podían aguantar solamente tantos.<sup>171</sup> Si lo era, explicaba adecuadamente las propiedades de la tabla periódica. Para que el átomo mantuviese un grado de estabilidad, tendría que tener un anillo central con un electrón solamente, seguido por otro de seis, y entonces otro con once, etcétera. Aunque nadie entonces mantenía que este modelo teórico en un solo plano representaba el estado actual del átomo porque este era un objeto de tres dimensiones, Smith creía que los dos eran “bastante semejantes” para llegar a una conclusión notable. Es importante notar que Smith observó, “[los] depósitos de energía interatómica [que] se perciben [son] inmensos, fuera de la concepción y están teóricamente a nuestra disposición.” En 1908, Smith había aludido a las fundaciones de la bomba atómica y el reactor nuclear, como H. G. Wells también había hecho en sus novelas. También menciono que los objetos moviéndose cerca de la velocidad de la luz aumentarían su masa por su interacción con el plano de la éter. De acuerdo a él, era casi

milagroso como la matemática podía atrapar el electrón en medio-vuelo y forzarle a que revelase sus secretos.<sup>172</sup>

Para Smith, el estudio del electrón era una ciencia bella que unificaba a toda la naturaleza—un medio de hacer inteligible todos los campos científicos, desde la cosmología hasta la biología. Así empezó su argumento de tono religioso. Aunque no fue explícitamente declarado, el argumento siempre estaba calladamente sobreentendido en el trasfondo del discurso. Los nuevos descubrimientos en la física, por ejemplo, iban a largo plazo para explicar las propiedades de los componentes químicos. Todo tipo de fenómeno natural podrían ser entendidos con este nuevo descubrimiento: los cometas, la corona solar, los meteoritos, la función protectora de la atmósfera, la aurora boreal, la electricidad, y en algunos casos explicaría los orígenes de la vida. El reduccionismo equivaldría a un entendimiento coherente y ordenado del universo.<sup>173</sup>

Si se acepta que la perspectiva religiosa es una que trata de llegar a una vista casi monolítica, entonces el electrón implícitamente para Smith proveía tal punto. Los elementos científicos del discurso de Smith entonces estuvieron reforzados por una motivación religiosa, que tuvo que haber sido muy apelativo a su audiencia católica. También sirve como un fondo contra lo cual el introduce explícitamente la religión al final de la presentación. La ciencia actualmente había probado verdades religiosas, Smith alega. Al discutir el impacto de estos corpúsculos sobre los orígenes de la vida, el menciona que había sido predecido por los evangelios pre-cristianos. “¡Asombroso es también reflexionar que esta idea prodigiosa tan cuidadosamente abstraída y sostenida en cada punto por los pilares diamantinos del cálculo matemático, habría sido anticipada en sus más grandes proporciones por...las Escrituras de los Naassenes...”<sup>174</sup>

Considerando su entrenamiento en la física, Smith muy extrañamente puso a la religión al tope de su esquema de valores. Aunque la ciencia era construida, “espléndida y gloriosa...real [y] muy digna del estudio eterno”, no podía representar la última realidad. Para él, el mundo era nada más que una idea que constantemente cambiaba. A pesar de la inmensa profundidad y felicidad que se derivaba de la ciencia, la última realidad era la espiritual. El hombre siempre podría ser engañado por la naturaleza, literalmente contenida por la mano de Dios y que constantemente interponía barreras entre los hombres y la verdad absoluta; “los productos más brillantes de la investigación física y fisiológica pueden probar ser sólo trampas para nuestro pie inexperto”. Si los hombres piensan que la ciencia es el objetivo final de la especulación intelectual, están engañados hacia un vacuoso y abominable materialismo, dijo Smith.

Irónicamente, existía cierto complemento entre la ciencia y la religión en el esquema de Smith. Este presenta a la ciencia como una búsqueda interminable que persistiría infinitamente, algo que estaba en un proceso constantemente de perfección. Smith fue muy cauteloso en darle valor a ambas esferas de la ciencia y la religión; las situaba constantemente en una epistemología complementaria. El elemento religioso, explícito o implícito, colocado dentro de una presentación muy detalladamente científica, tuvo que haber tenido un gran afin en esta comunidad predominantemente religiosa que trataba de extenderse para tocar la mano de la ciencia.<sup>175</sup>

Si William Benjamin Smith hubiese sido el único delegado, los costos económicos que asumió Chile hubiesen sido bien aprovechados. Aunque su presentación fue breve en comparación con aquellos volúmenes en la sección de leyes, Smith había presentado una ciencia que estaban en la temprana angustia de una revolución, cuando la complejidad intelectual y tecnológica de la disciplina todavía era relativamente simple. Este estado científico hubiese permitido que muchos científicos latinoamericanos “jump on the bandwagon” de la ciencia moderna. Pero la oportunidad parece haberseles perdido por las ambiciones excesivas del ICCPA. Si Smith hubiese sido un delegado de un congreso más pequeño, quizás la importancia del tema hubiese sido acentuada a su audiencia. Pero no lo fue. La presentación de Smith fue enterrada entre un laberinto de miles discusiones, presentaciones, y eventos sociales del congreso. Pocos se dieron cuenta de su trabajo, y ni si quiera se le dio un tratamiento especial en la *Reseña* de Poirier. Solo nos cabe preguntarnos que hubiese pasado de haber sido de otra manera.

## Capítulo 3

### Las variables cefeideas y el tamaño de la física latinoamericana:

Chile, ciencia, y cultura

*La riqueza de la ciencia ya no se basa en la  
abundancia de hechos sino en su enlace.*

—Alexander von Humboldt

¿Cual era el estado de la ciencia en América Latina al principio del siglo? ¿Como se comparaba con la ciencia Norteamericana del ICCPA? ¿Era menos rigurosa matemáticamente? ¿Fue afectada por una mala instrumentación? ¿Quien actualmente conducía la investigación científica?

Para contestar estas preguntas, la investigación científica es definida en este capitulo en su forma más conservadora: es la ciencia “pura” en comparación con la “aplicada”. Queremos saber cuanto, de lo que tradicionalmente se considera ciencia como tal, actualmente se generó localmente. ¿Cuanta ciencia ‘verdadera’ nativa podemos encontrar en el ICCPA; quien estaba produciendo los trabajos más avanzados? Queremos ser los europeos o norteamericanos más avanzados y juzgar estas ideas solamente por su mérito propio tal como se había establecido por el criterio de la época. ¿Porque? Otra vez, queremos identificar categóricamente cualquier ciencia importante que se pudo haber producido nativamente. Tenemos que ser tan brutalmente honestos como los físicos cuando se debaten entre ellos mismos. ¿Existía ciencia latinoamericana original en el ICCPA que se podría haber ganado un premio Nóbel?

Es hacia estas variables, los “upper peaks” como Vannevar Bush los solía llamar, la cual el historiador tiene que usar como directriz para poder entender la ciencia de cualquier región.<sup>176</sup> Esto quizás suene un poco acerbo, pero consideren las alternativas. ¿Sería el equivalente a describir el estado de la ciencia en la Europa del siglo diecisiete sin hablar de Newton! Obviamente, tal estudio tendría un vacío gigante, y lo podríamos caracterizar amablemente como un estudio incompetente. Como se hacia en la astronomía, nosotros simplemente no podemos

tomar una vista ‘panorámica’ y creer que esta pueda adecuadamente representar nuestro sujeto, algo que algunos estudios históricos erróneamente hacen. Desafortunadamente, o quizás afortunadamente, tenemos que usar un criterio muy selectiva—quizás ‘elitista’—para identificar los recursos más históricamente valiosos. Simplemente no existe otra manera porque, como la misma historia de la ciencia tan claramente demuestra, no todas las voces tienen la misma validez.

Aunque ciertamente la ciencia aplicada dará con nuevos descubrimientos, como lo ha hecho en la historia, una definición muy extensa obstaculizará su estudio. Si algún investigador del congreso no estaba tratando de buscar o presentar temas originales, entonces él o ella no estaba haciendo investigación original. No podemos aceptar una definición donde los intentos de mejorar la capacidad productiva de una empresa accidentalmente condujo a resultados secundarios sugestivos de investigación original. En este sentido estamos tomando una vista ‘émica’ donde se usará las intenciones personales del científico como nuestra guía de criterio. Al situar el trabajo en su tiempo, se podría decir que estamos tomando a su vez un punto de vista ‘ético’ descrito por Robert Merton. Mientras que entendemos las ideas científicas en sus propios términos, no deberíamos de aceptar cualquier criterio interno que pudiese impactar negativamente nuestro entendimiento de la naturaleza si hubiésemos vivido en aquella época. Esto simplemente es el objetivo que la ciencia trata de obtener, si en su práctica es algo difícil de acomplecer. El capítulo siguiente tendrá una vista completamente diferente.<sup>177</sup>

Pero ¿cual ciencia escoger? Uno obviamente no puede escoger todas, gravemente probando la capacidad del historiador y quizás poniendo en riesgo los méritos de sus conclusiones. Como la revolución cuántica era una de las más importantes y estudiadas de nuestro siglo, el capítulo se enfocará en esta. Uno también debería de notar que como la física afecta un número grande de las otras ciencias, tales como la astronomía y la química, estas también se discutirán. A partir de este análisis, queremos ver si las ideas introducidas por Michelson y Smith fueron adoptadas por la comunidad científica local, y identificar el estado de la física latinoamericana del tiempo. Los dos obviamente están íntimamente interrelacionados.

Debemos dejar claro que las ciencias puras, hasta en los volúmenes dedicados específicamente a estas, eran relativamente escasas. Por ejemplo, el volumen de “Ciencias Físicas” tenía un total de 22 autores, pero de los cuales solamente 7 se podían categorizar validamente bajo ese título, mientras que 15 de ellos eran de la ciencia aplicada (ingeniería).<sup>178</sup> La pregunta que inmediatamente surge es porque los editores no decidieron incluir estos en los otros dos volúmenes

dedicados específicamente a la ingeniería. Mientras que los ensayos de la física eran típicamente cortos, los de ingeniería eran muchos más largos. Por lo tanto, parece que el volumen hubiese sido muy pequeño en comparación con los demás de la colección, el cual consistiría solamente de 62 páginas cuando la mayoría tenía unas 398 páginas. Dada la sobreabundancia de ensayos de la ingeniería y sus similitudes con la física, parece que hubo una consecuente redistribución para igualar la colección. Pero se podría mencionar que si no lo hubiesen hecho, la importancia de la física hubiese sido acentuada.<sup>179</sup>

Antes de ir a los autores más sustantivos, los autores “pequeños”—aquellos que presentaron compendios o resúmenes de su disciplina o los que entregaron ensayos de menor calidad—serán brevemente discutidos. Luego se procederá a los autores latinoamericanos de mayor importancia.

William Benjamin Smith no fue el único delegado que discutió los últimos adelantos de la física en el congreso. Un doctor Chileno, José Ducci, también habló sobre el tema.<sup>180</sup> Al igual que la presentación de Smith, Ducci no discutió investigación original sino ofreció un resumen no-matemático de la investigación de aquel tiempo. Este incluyó en su discurso descripciones de investigaciones sobre las propiedades electromagnéticas de la luz, la radioactividad, en conjunto a las medidas



Parados, izq.a der.: Carlos Hoerning, Orlando Ghigliotto, Ernesto Maier, José del C Fuenzalida, S. Adeodato García Valenzuela, Francisco Maradones, Ricardo Davila y Carlos E. Porter. Sentados, izq. a der.: Ricardo Larrain Bravo, Carlos Silva Cruz, Miguel Cruchanga Tocornal (Argentina), Santiago Marin Vicuña, y Alejandro Fuenzalida Garandon.

**Figura 11: Delegados Chilenos al congreso científico en Argentina (1910)**<sup>181</sup>

e/m de Thomson. Con una tabla presentó las diferentes medidas e/m de los rayos, entonces conocidos como: “Rayos catódicos”, “Rayos de Lenard”, “Rayos ultraviolados”, “Rayos  $\beta$  del radium” etcétera. En comparación a Smith, Ducci hablo sobre la fisicoquímica. Los trabajos de Arrhénius, “Van’t Heff” (van’t Hoff) y Roult durante los 1880’s sobre el electrólisis y los iones fueron los primeros en discutirse. La presentación de Ducci es significativa en que demuestra que las ideas de la física moderna no se estaban difundiendo solamente por medio de los Estados Unidos pero sino que también se difundían por otros puntos de origen interno a Chile.

Parados, izq.a der.: Carlos Hoerning, Orlando Ghigliotto, Ernesto Maier, José del C Fuenzalida, S. Adeodato Garcia Valenzuela, Francisco Maradones, Ricardo Davila y Carlos E. Porter. Sentados, izq. a der.: Ricardo Larrain Bravo, Carlos Silva Cruz, Miguel Cruchanga Tocornal (Argentina), Santiago Marin Vicuña, y Alejandro Fuenzalida Garandon.

Aunque Ducci estaba consciente de los últimos trabajos en la física, y obviamente demostraba cierto interés en ellos, el parece no haber adquirido un gusto por la investigación original como profesor de la Escuela de Ingeniería de Santiago. Típico al académico latinoamericano del siglo diecinueve, Ducci practicaba un numero de disciplinas además de la física y medicina.<sup>182</sup> Su reconocimiento local no surgió como resultado de experimentos científicos, sino de sus intereses literarios; él luego obtuvo notoriedad por su formación de una unión de estudiantes. Se podría decir que sus lazos con la física estaban basados en sus presentaciones publicas sobre los beneficios de esta en la medicina. En 1919, por ejemplo, disertó sobre la presión sanguínea y la circulación, en 1922 sobre la aplicación de la electricidad a la medicina, y en 1925 sobre el uso médico de los rayos x. Ducci, incidentalmente, había sido editor del volumen “Ciencias Físicas” del ICCPA.<sup>183</sup>



Figura 12: Luis Riso Patrón y José Ducci<sup>184</sup>

Al igual que Ducci, Víctor Delfino también trató de presentar las últimas ideas de la física, en particular aquellas con respecto al fenómeno eléctrico de manera no-cinético.<sup>185</sup> Pero en contraste a Ducci, Delfino se limitó al trabajo no-original de solamente un hombre. Un correspondiente de la Sociedad Astronómica de Francia, Delfino describió el trabajo de M. F. Reen, miembro de la Belga Academia de las Ciencias y profeso en la Universidad de Lieja. De acuerdo a este, el *Prodrome de la théorie mécanique de l'électricité* (1903) de Reen estaba “destinada á revolucionar las actuales nociones sobre la génesis de la materia.” Si se aplicaría a la cosmología, “orientara á los astrónomos hacia nuevas concepciones genéticas del infinito de los mundos...” Esta también explicaría el origen de la rotación planetaria y estelar. La teoría supuestamente tendría el mismo impacto en el mundo científico que tuvo la teoría Newtoniana corpuscular de la luz.

De hecho, las ideas de Reen ya se habían convertido obsoletas hace un tiempo, cuestión que pudo haber sido observada entre los delegados del ICCPA a la luz de otras presentaciones. Reen creía que la electricidad eran pulsos longitudinales en el éter y que no era necesario creer en la teoría corpuscular de la electricidad. “Si la presión...es igual á la presión del éter exterior, hay equilibrio de presión y toda manifestación eléctrica desaparece.” Pero cuando se establecía un diferencial de presión entre el éter y la materia, una carga eléctrica se generaba entre las ‘manifestaciones’ negativas y positivas de las dos materias. La muy corta presentación no incluyó evidencia experimental, ni tratamiento matemático, algo raro cuando se considera que su audiencia consistía de académicos.

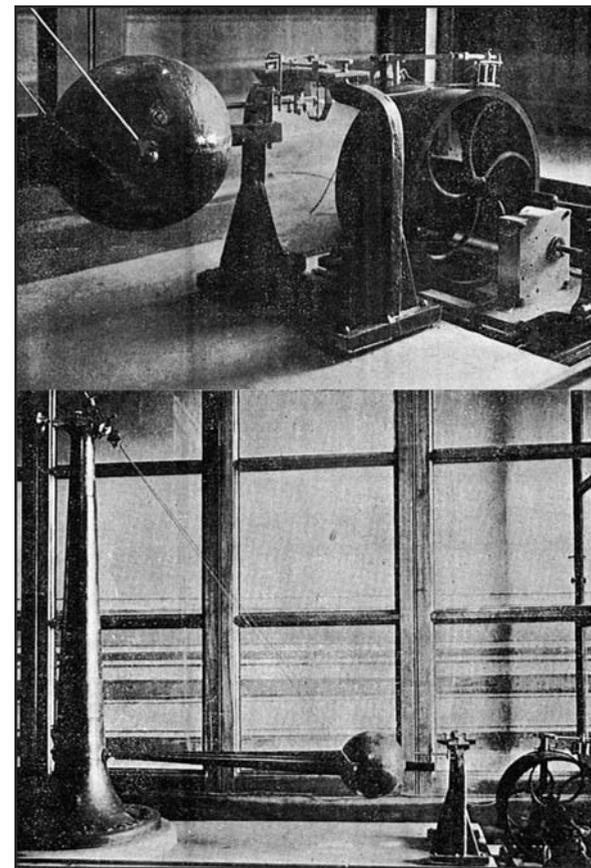
¿Cual había sido el problema con estas ideas, además del hecho que la mera existencia del éter ya se estaba cuestionando? El físico británico James C. Maxwell había señalado que el fenómeno electromagnético viajaba transversalmente en vez de manera longitudinal. Otras presentaciones, como la de Mariano Gutiérrez Lanza, también habían mencionado este punto.<sup>186</sup> El éter, aunque tenía beneficios teóricos, nunca podía ser examinado, probado, o manipulado. Esta dificultad había preocupado a muchos físicos, incluyendo a William Thomson, quien había expresado estas preocupaciones en una presentación muy popular de 1901. Como se podría determinar el diferencial de presión que Reen alegaba era algo de un misterio. Finalmente, el trabajo de Reen se basaba en una conceptualización de la electricidad en términos de fluidos de cargas opuestas—una idea que originaba desde los tiempos coloniales en los EE UU de Benjamin Franklin. De todas las presentaciones, esta era la menos original. La pomposidad que rodeaba

tales alegaciones solamente servían a denigrar aun más la calidad del trabajo.<sup>187</sup>

Pero hubieron otras presentaciones que aunque carecían del rigor de la física moderna y la originalidad de nuevos datos, claramente revelaban un espíritu científico. Algunos de estos eran estudios en su comienzo, mientras que otros presentaban humildemente evidencia de fenómenos que se consideraba fuera de lo común, y por lo tanto ameritando más investigación. Por ejemplo, la corta presentación de Arturo Munnich titulada “Un fenómeno observado por la fotografía en las nubes y de origen probablemente eléctrico” era increíblemente humilde para este inmigrante Alemán. Pero la fotografía presentaba el raro fenómeno del movimiento de un relámpago en dirección opuesta a la que naturalmente tendía a viajar—hacia el cielo en vez de la tierra. Munnich sugirió que quizás la foto se podría estudiar a más profundidad. Su tímida epistemología materialista era obvia en la que incluyó todo tipo de detalles afectando el estudio—el tipo de lente, la cámara usada, las condiciones meteorológicas, etcétera.<sup>188</sup>

También podemos notar la presentación de G. L. de Llergo, “Morfogenia: Ensayo sobre la generación de las formas redondas de los cuerpos,” que era un estudio filosófico muy atrayente sobre la esfera en cuerpos tres dimensionales.<sup>189</sup> Parecido al trabajo de D’Arcy Thompson’s, *On Growth and Form* (1917), este estudio atendía como ciertos fenómenos, como las células, las gotas de agua, sistemas de baja presión, y las sogas, tendían hacia la misma estructura esférica.<sup>190</sup> Durante el proceso de la división de la célula, las fuerzas de la tensión superficial y la presión interna de crecimiento daban a la forma celular donde “se establezca el equilibrio más ventajoso.”<sup>191</sup> Un maestro de la Escuela Nacional Preparatoria, Llergo repasó teorías como las de Plateau y Lagrange para explicar los procesos mecánicos parecidos que estaba ocurriendo en estos muy diferentes objetos. Como Thompson, tocó los problemas filosóficos sobre si el fenómeno biológico se puede entender por medio de la herencia o las fuerzas físicas que los afectan. Es importante notar que mientras que Thompson se restringió al mundo biológico en su estudio, Llergo era más ‘monístico’ al tratar de explicar un numero de fenómeno mucho más amplios y diversos dentro de una ciencia unificadora. En otras palabras, él era un idealista, enfatizando no solamente el mundo natural como tal pero sino nuestras ideas sobre este—rasgo que también se encontraba en la presentación de W. B. Smith. Su originalidad no derivaba del descubrimiento de un nuevo fenómeno, sino de su análisis sintético, lo cual hizo la obra de Thompson un clásico en la historia de la ciencia.

Es importante mencionar un autor menor por el alcance de su presentación, un autor que era ni era Chileno ni escribió sobre la física como tal. Ya mencionado, el resumen de la investigación científica sobre terremotos de Mariano Gutiérrez Lanza era algo monumental no solamente por su tamaño pero por su novedad.<sup>192</sup> Tomando 76 paginas de letra extremadamente diminuta, alcanzarían para componer un volumen propio. Quizás es más sorprendente aún a luz de la amplitud de su reseña es que el autor era un Cubano, subdirector del Observatorio del Colegio de Belén.



**Figura 13: Sismógrafo en el Colegio de Belén, Cuba<sup>193</sup>**

Gutiérrez explicó que la ciencia de la sismología, aun tierna en su infancia, había hecho tremendos progresos en las ultimas décadas. Hasta 1875, la ciencia todavía entendía muy poco de la dinámica geológica, restringiéndose a ser solamente una ciencia descriptiva.

Con su evolución desde esta fecha, un mejor entendimiento se había obtenido de las causas y factores envueltos, y a su vez, clarificando muchas concepciones incorrectas. Por ejemplo, los terremotos no son movimientos perpendiculares al plano de la Tierra sino paralela a este. Si uno comparaba los ejes de movimiento horizontal y vertical, el segundo ejes era proporcionalmente minúsculo; el primer eje solamente se podía detectar en los más grandes de terremotos. La aceleración máxima del movimiento se determinaba por la formula:  $\beta = 4\pi^2 a/T^2$ . Como en el trabajo del electrón, la física de los terremotos se había desarrollado por evidencia indirecta, tal que “lo que tiene lugar debajo de la tierra, que no se ve ni se siente... es totalmente objeto de inferencia.”<sup>194</sup>

Pero el movimiento actual de las ondas dentro de la Tierra no eran totalmente entendidas, explicó Gutiérrez. Teóricamente, la secuencia debería de ser la siguiente: después de sentir el primer choque, viene un silencio largo, seguido por otros temblores secundarios. Pero se sabía que los terremotos tenían temblores secundarios que “se siguen sintiendo por horas enteras sin interrupción, aunque el centro de acción haya durado pocos segundos.” También se sabía que la ruta de estas ondas podían ser modeladas de acuerdo a las formula de la propagación de la luz o el sonido,  $V = \sqrt{E/D}$ , donde E era el coeficiente de elasticidad, y D la densidad del medio. Pero no se podía determinar que modelo de la Tierra se debería de usar—si uno homogéneo, heterogéneo, o un cuerpo con múltiples variaciones de densidad. Las calcinaciones eran demasiados complejas porque estas variables no se conocían. Se sabía que las ondas se extendían concéntricamente hacia el exterior de toda la esfera de la Tierra, pero las predicciones exactas todavía estaban en el futuro muy lejano. Por lo tanto, el hecho y la teoría no correspondían—muy parecido a los problemas que existían en la termodinámica.<sup>195</sup>

El problema de la figura interna de la Tierra no se resolvería hasta el mediado de los años 1920, como una década después de la presentación de Gutiérrez. En 1890, la idea de que la Tierra era una esfera de líquida interna había sido predominante, hasta que los trabajos de los físicos empezó a poner duda y se produjo un cambio de modelo determinando que el interior de la Tierra era una bola interna completamente sólida. Para 1909, cualquiera persona que dudaba del modelo de William Thompson corría el riesgo de dañar su reputación científica, dada la fuerte reputación de este. En ese año, el presidente de la *Geological Society de Londres* dijo, “En fin, mediante las arenas movedizas de una controversia vieja y prolongada, se había llegado a la *terra firma*, sin duda *terra firmissima*.”<sup>196</sup>

Por lo tanto, habría que hacer notar que Gutiérrez, en comparación a sus colegas británicos, estuvo muy firme en su candor sobre la

ignorancia que existía entonces en esta disciplina. El hecho que un científico provenga de un país periférico no necesariamente sugiere una actitud intelectual servil. Desafortunadamente Gutiérrez cayó en una tendencia científica decadente—decadente en el sentido que el muy típicamente a la ciencia ‘medieval.’ Gutiérrez trató de ser comprensivo sin esforzarse por ser original. Aquel rasgo identificado por Michael Polyani como necesario para toda labor científica, la humildad intelectual, no se encontraba en Gutiérrez, y por lo tanto relegándolo a una posición diminuta. Los científicos pueden ser dioses solamente cuando reconocen su frágil humanidad.

Podemos entonces observar en esta breve descripción de autores menores que existía una gran diversidad de en su calidad. No todos estos autores pueden ser rechazados, considerando que algunos genuinamente trataban de resolver temas en una manera científica, caracterizándose por una perspectiva materialista y empírica. La perspectiva científica incipiente ya se estaba haciendo sentir en los Chilenos; o sea, Chile se estaba ‘cientificando’—un hecho histórico digno de hacer notar.

Pero ciertamente es decepcionante que un numero tan grande de sus presentaciones fueran solo resúmenes de trabajos hechos por otros. Aunque uno podría atribuir este hecho a la falta de una ‘cultura investigativa’, quizás es más apropiado contextualizarlo a la luz de que Chile, como la mayoría de las naciones latinoamericanas, no tenían una fuerte tradición científica. Por lo tanto, no habían acumulado una base de datos a través de décadas y siglos tan necesaria para crear una tradición autónoma y auto-suficiente. Esta falta ha sido un patrón que generalmente se continúa hasta el día de hoy.<sup>197</sup> Por eso era muy natural que, dadas las circunstancias en la cual los científicos locales operaban, predominarían las presentaciones de estos amplios cuadros sobre las fronteras de la ciencia contemporánea. Solamente de tal manera podría actualizar un científico, para, así también, proceder hacia nuevos territorios e investigaciones genuinamente originales. Tales resúmenes eran puntos de partida hacia la tierra firme de la ciencia moderna.

Si tales esfuerzos se hubiesen hecho previamente, los científicos mas destacados quizás pudiesen haber evitado la redundancia de trabajo, y es más probable que su contribución habría sido mucho más profunda a esta creciente frontera. Son ellos lo cual se van a discutir. Dejando al lado si contribuyeron o no a la ciencia de su tiempo, la calidad del trabajo de estos hombres era formidable. Resulta que la actitud, la metodología, y el rigor matemático de estos científicos no había sido muy diferente que de los otros físicos de su tiempo; las diferencias no son cualitativas pero sino cuantitativas.<sup>198</sup> Como se situaron en el mundo de la ciencia moderna será el tema de la próxima sección.

¿Quiénes eran los científicos prominentes?

En un viejo artículo de 1970 para el *The New Cambridge Modern History*, Charles Griffin escribió que mientras la influencia francesa era la más predominante en Latinoamérica en términos de gustos culturales durante el fin de siglo, los alemanes tuvieron una influencia significativa dentro de la educación pública. La creatividad latinoamericana no se manifestó predominantemente en las artes, con excepción de la literatura. Los comentarios de Griffith curiosamente son válidos para nuestro tema cultural: la ciencia.<sup>199</sup>

Los jugadores predominantes representando la ciencia Chilena en el ICCPA eran de descendencia francesa o alemana. Estudiado en los centros sobresalientes de la ciencia europea, estos hombres trajeron con ellos a Chile la ciencia más reciente. Este medio de difusión científica era un proceso parecido a la transferencia internacional de las técnicas de producción en masa durante la Revolución Industrial—la relocalización del un individuo significaba la transferencia de una base tecnológica particular.<sup>200</sup>

También se debería de notar que durante la primera década del siglo se dio un desplazamiento de la influencia científica francesa hacia la alemana, tal como sugerida por Griffith. Esto se puede observar en los *Anales de la Universidad de Chile (AUC)*. Mientras que la influencia francesa en las revistas científicas era insignificante, los artículos científicos de autoridad alemana eran claramente predominantes entre 1890 y 1910. Como tal, el ICCPA era un presagio de transición donde se observa la decadente influencia francesa y la subida de su ‘rival’ alemán.

Dos físicos latinoamericanos importantes en el ICCPA eran de origen francés. Alberto Obrecht describió en el ICCPA nuevos métodos para determinar la figura de la tierra, un problema de la geofísica, mientras que Marcel Lachaud habló sobre el problema del calor específico de la termodinámica. Otras presentaciones históricamente significativas fueron las de los alemanes Luis Z. Zegers y Federico W. Ristenpart, quienes discutieron respectivamente la electrólisis y los eclipses solares. De los cuatro, los primeros dos fueron los más importantes en sus presentaciones por ser intentos honestos de resolver problemas científicos de su día. Ristenpart había solamente llegado a Chile ese año, y dio una breve presentación sobre los datos acumulados durante un viaje a la Argentina un año atrás, mientras que la presentación de Zegers fue sobre la investigación aplicada y por lo tanto fuera del esquema inmediato de este capítulo.<sup>201</sup>

La cantidad de material escrita sobre estos hombres es sorprendentemente escasa; biografías intelectuales chilenas raramente

mencionan sus nombres.<sup>202</sup> Obrecht es quizás el que se ha documentado más detalladamente que los demás. Nacido en Estrasburgo (Francia) en 1850, él llegó a Chile en 1888, para pronto convertirse en el Director del Observatorio Nacional—posición que mantuvo por casi treinta años. También fue presidente de la Sociedad Científica Chilena entre 1891 y 1898. Obrecht había estudiado en la Sobronne Polytechnique.<sup>203</sup> Ristenpart, quien fue reclutado en Alemania para suceder a Obrecht como director en 1908, era obviamente de descendencia alemana, y es lo único que se ha encontrado sobre su datos biográficos.<sup>204</sup> Lachaud aparece en ningún sitio. Uno puede fácilmente observar que este era un químico industrial que vivía en Chañaral, Chile—un pueblo costanero entre Santiago y la frontera del norte.<sup>205</sup> Su punto de vista químico también se revela por su metodología teórica de su trabajo en la física. (El hecho de que un químico daría una presentación en una reunión de físicos no es inusual en que la aplicación de la física a la química había revolucionado la práctica de la química durante la última mitad del siglo diecinueve.) Además de esta evidencia indirecta, eso es todo lo que se ha podido recopilar del hombre—algo desafortunado dado que este fue la figura local más importante de todo el congreso.

La pregunta que inmediatamente surge se da con respecto a la nacionalidad de estos hombres. ¿Eran europeos o chilenos? La pregunta no es tan fácil de contestar como aparenta inicialmente. Todos ellos, en principio, representaron a Chile en el congreso, pero obviamente su grado de afinidad hacia la nación variaba mucho. Ellos no eran “chilenos” estrictamente hablando, pero ¿eran necesariamente “europeos”? Sus identidades variaban muchísimo. Mientras que Ristenpart podría ser localizado a un fin del espectro, Obrecht se podría situar al otro lado.

Se podría caracterizar la comunidad alemana en el extranjero como una que tendía a mantener su identidad cultural intacta, como hicieron los judíos en Alemania. Los alemanes en Chile formaban sus ‘sociedades alemanas’, escribían libros específicamente de un punto de vista alemán, y tendían a coalescer en regiones particulares de la nación. La Sociedad Científica Alemana de Santiago, por ejemplo, tenía su propia revista en Chile, la *Verhandlungen des Deutschen Wissenschaftlichen Vereins* cual estaba escrita solamente en el alemán. La gran cantidad de actividad reclusa, incluyendo la científica, naturalmente creaba un resentimiento en la comunidad local. Hombres como Eduardo de la Barra, un lingüista chileno y académico literario, escribió una crítica acerba sobre la influencia científica alemana en su *El Embrujamiento Alemán* (1899).<sup>206</sup> Zegers había sido uno de los muchos sujetos a su ataque.<sup>207</sup> Afortunadamente, la mayoría de los líderes educacionales,

como Letelier y Barros Arana, se sentían de otra manera. Pero Ristenpart fácilmente caía dentro de esta categoría en ser completamente pro-alemán, por ejemplo editando un libro sobre los científicos de su país en Chile titulado, *Los Alemanes en Chile* (1910). Una lista de sus artículos revela que Ristenpart publicaba principalmente en revistas científicas en Alemania mientras vivía en Chile, la *Astronmische Nachrichten* siendo una de las más comunes.<sup>208</sup> En 1910, solamente 3 de sus 13 publicaciones habían aparecido en revistas Chilenas, y en 1911, solamente 4 de 15. Aunque al año siguiente escribió más artículos en la lengua española, el porcentaje se mantuvo igual. Es curioso también notar que la mayoría de los maestros alemanes empleados para enseñar en la escuelas secundarias de Chile no tendían a quedarse en Chile al finalizar de sus contratos, en contraste con el asesoramiento de Rowe sobre la actitud ‘cosmopolita’ de los alemanes.

Una mirada a la obra de Obrecht no revela el mismo sentido de identidad metropolitano que tenía Ristenpart. Obrecht parece haber publicado muy poco en Francia. La mayoría de su trabajo científico fue conducido en y para Chile, apareciendo generalmente en los *Anales* incluyendo la gran diversidad de su trabajo: cartografía, meteorología, matemáticas clásicas, teorías astronómicas, etcétera. Podemos notar que su emigración ocurrió a una temprana edad de 29 años, y que permaneció ahí durante el resto de su vida productiva. Su hermana curiosamente también se había relocalizado a Chile como profesora. Esto marca una diferencia grande con Ristenpart quien se había trasladado cuando ya era un hombre de mayor edad y bien establecido en su vida personal. Obrecht refleja un patrón más común al siglo diecinueve cuando los científicos europeos que se movían a Chile tendían a hacerla su patria, casándose, teniendo hijos, y muriendo ahí. Esto había sido el caso de R. A. Philippi (alemán), Ignacio Domeyko (polaco), y otros. Cualquiera que fuesen sus orígenes, el sitio en que se ubica la vida productiva del adulto indica que nación se beneficiara de sus servicios— resultado tanto de las circunstancias como de decisiones del individuo como demuestran sus biografías.<sup>209</sup>

Aunque había un nivel de animosidad personal entre los dos hombres, parece haber sido de un lado nada más. Ristenpart, aludiéndose a Obrecht, dijo que, “Sólo mencionaremos, que en los 21 años de su directorio no se ha observado el reglamento del Observatorio, como tampoco se hizo en los 22 años anteriores.” Esta opinión claramente refleja que Ristenpart consideraba a Obrecht como un incompetente quien no había hecho lo suficiente para avanzar el conocimiento astronómico.<sup>210</sup> Era una caracterización maliciosa.

En contraste con Ristenpart, Obrecht reconocía que las circunstancias locales en la cual él operaba no podían ser las mismas que la de la metrópolis (París), y, por lo tanto, se adaptó a lo que tenía disponible. Aunque hizo un llamado por una ampliación de la instrumentación y personal, reconocía que lo más probable era que sus necesidades de investigación no serían complacidas. También sugirió la formación de una escuela especial para el entrenamiento de astrónomos chilenos porque habían muy pocos individuos entrenados en las destrezas básicas—pedido que fue ignorado por el gobierno.<sup>211</sup> Ristenpart, por otra parte, fue despedido de su posición, dado en parte por las demandas incrementales que le hacía al gobierno. La caída del presidente Montt y el comportamiento intolerante de Ristenpart probablemente fue el motivo de la falta de renovamiento de su contrato, y su suicidio posteriormente. Obrecht ciertamente tenía la personalidad más serena.

Una diferencia de personalidades obvia, al compararlos en sus cargos como directores, se dilucida los diferentes caracteres de sus respectivas actitudes científicas. Una clave, por ejemplo, es que mientras los reportes de Obrecht enfatizaban los muchos beneficios prácticos de la astronomía, Ristenpart aludía solamente a su potencial valor astronómico como ventaja. Estos elementos psicológicos e

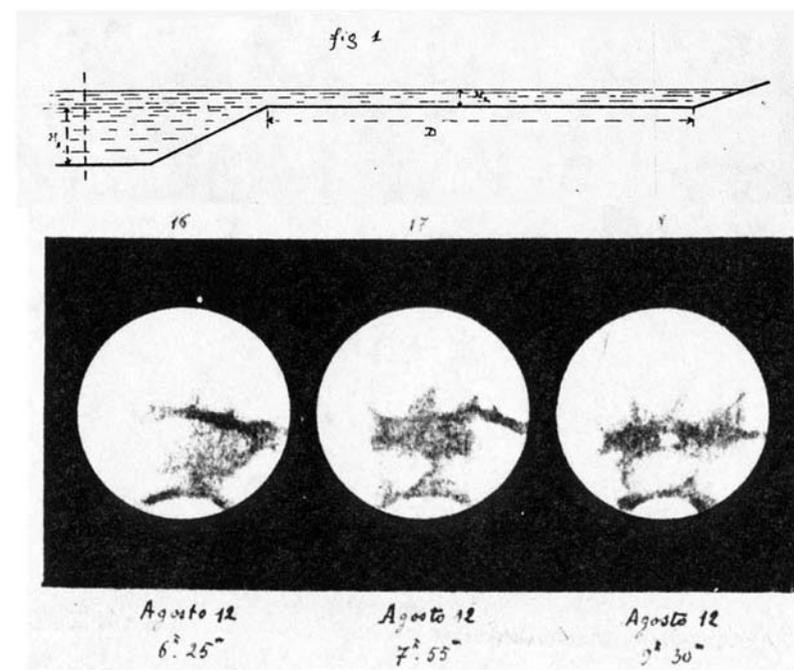


Figura 14: El diseño de canal de Obrecht y dibujos del planeta Marte<sup>213</sup>

sociales se entrelazaban y mutuamente afectaban al otro.

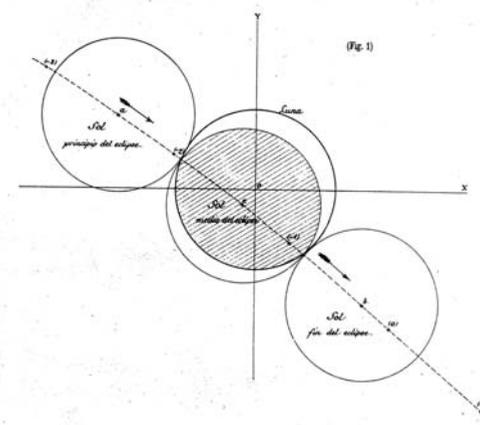
La función de Obrecht como director estuvo mucho más relacionada a ayudar una nación con necesidad de desarrollo; estaban enlazadas al corazón de Chile. Mientras que la gran parte de sus trabajos se trataban de estudios prácticos, los de Ristenpart estaban más enfocados con el desarrollo del conocimiento astronómico. La creación de mapas en Chile era esencial, y los primeros trabajos de Obrecht concentraban en esta tarea. Este había estado en numerosas comisiones creadas para este propósito.<sup>212</sup> Las páginas dedicadas a las observaciones meteorológicas llenan las publicaciones del observatorio en los *Anales*.

También se puede observar esta orientación práctica en el ICCPA, donde Obrecht desarrolló el diseño de un canal más apropiado para la región de Llico.<sup>214</sup> Poniendo las matemáticas a trabajar, Obrecht se dio cuenta que las cambiantes mareas crearían velocidades enormes en el canal si se construía de acuerdo a las mismas especificaciones del Canal de Suez, construido por los franceses. La distancia del Suez era unos 30 km., mientras que el área del lago en que este se vaciaba eran unas 20,000 hectáreas. Por compasión drástica, la distancia cubierta por el canal chileno era solamente de unos 5 km., vaciándose en el lago Vichiquén de unas 1,500 hectáreas. Las más altas mareas, un canal corto, y cuerpo de agua más pequeño en la que se vaciaba el canal crearía turbulencias en este que sacudirían los botes incontrolablemente. Se necesitaba un canal mucho más profundo y ancho. Obrecht enseñó exactamente de cuanta cantidad y a que medida. Usó la fórmula de Bazin,  $V=k\sqrt{(R I)}$ ,<sup>215</sup> y luego derivó la velocidad máxima de la corriente, obtenida por la ecuación  $V_{max}=(a m S/\Omega)(dy/dx)_{max}$ . Sus matemáticas no eran nuevas, pero ciertamente les salvo mucha angustia a los chilenos—algo que no se debería subestimar.

Pero uno no debería de asumir que a Obrecht no le importaba los temas de la ciencia pura. Algunos de sus trabajos, como su estudio de 1892 sobre los canales del planeta Marte, trataban específicamente con preguntas prominentes de la astronomía de su tiempo. Si Campbell en su poderoso 76 cm Observatorio Lick pudo fácilmente rechazar las ideas de Shiaparelli's de 1888, Obrecht en su pequeño 34 cm observatorio de Santiago las aceptaría dudosamente. "Es muy difícil deshacerse por completo de ideas preconcebidas en tales observaciones. Varias veces he creído distinguir perfectamente algo parecido a canales, cuando no veía en realidad sino la imagen de mis pestañas sobre el disco del planeta."<sup>216</sup> Aceptaría su existencia tentativamente, y reconocería que no creería completamente en ellos hasta que los había observado claramente con sus propios ojos.

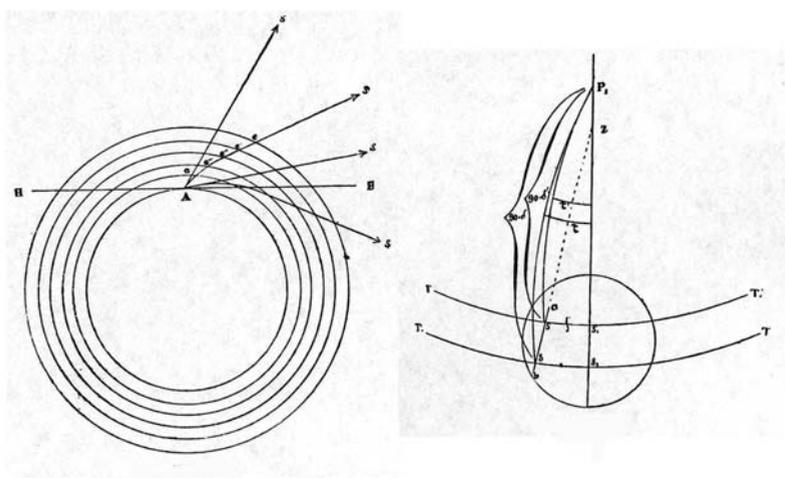
Obrecht también trató de avanzar los métodos astronómicos para determinar los eclipses solares. Usando principalmente el trabajo de

Bessel, sus métodos no eran necesariamente nuevos pero sí efectivos.<sup>217</sup> Él calculó la ruta y tiempo por la cual la luna travesaría la imagen del sol como vista en Santiago. En otras palabras, usando sus talentos matemáticos, él enseñaría al público Chileno de 1892 como se verían los dos eclipses solares en 1893—por lo cual recibió mucha admiración.



**Figura 15: Cálculos de eclipse solar, Obrecht.**<sup>218</sup>

En contraste al carácter general de los trabajos de Obrecht, Ristenpart buscaba ansiosamente avanzar las fronteras del conocimiento humano. Las leyes astronómicas no eran exactamente suficientes, explicó Ristenpart en el ICCPA. El eclipse solar de 1905 había tomado a todo el mundo por sorpresa, porque las predicciones teóricas habían sido incorrectas por 15 segundos. El problema de los "tres-cuerpo" con respecto a los movimientos de la tierra, luna, y sol habían llegado a tal punto que creaban dudas sobre el sistema Newtoniano para los astrónomos de esa época. Ristenpart hasta había viajado a Argentina a través de un terreno largo y difícil de 4,000 km., muchas veces caminando a pie sobre los Alpes latinoamericanos, para obtener una mejor vista del eclipse, cual no pasaría directamente sobre la ciudad de Santiago donde se encontraba el Observatorio Nacional chileno. Llevando solamente unos pocos instrumentos—un 7cm Fraunhofer ecuatorial y tres anteojos, Ristenpart pudo encontrar que el primer contacto interior había estado 21 segundos adelantado, mientras que el segundo contacto interior estaba unos 19.8 segundos en adelante. Los contactos exteriores difirieron por unos 1 y 15.5 segundos respectivamente. Ristenpart esperaba que los nuevos números que presentados en el ICCPA ayudarían a resolver el problema.<sup>219</sup>



**Figura 16: Diagramas de clase, Ristenpart<sup>220</sup>**

A muchos Chilenos, este nivel de rigor, 15 segundos, quizás les parecía algo extremista. Pero para Ristenpart, significaba una debilidad de la ciencia que debía ser arreglada; en la vasta infinidad del tiempo universal, eventualmente pequeñas diferencias darían a graves irregularidades. Si el hombre fuese a “aguantar” la naturaleza en su mente, este tendría que ser más preciso dentro de su corta vida. Ristenpart fue rápido en criticar aquellos, incluyendo sus colegas alemanes, que no compartían sus normas científicas.<sup>221</sup> Pero podemos observar que fue no solamente su detallismo, sino que también los cambios institucionales y culturales que tenían que ocurrir en Chile para crear prominentes instituciones de investigación científica, la causa de fricción entre Ristenpart y la comunidad chilena. El paso de Ristenpart como director tuvo la velocidad de un paso de luz.

Al llegar, Ristenpart modernizó las operaciones del Observatorio Nacional, aumentando el paso de este. Nuevos supervisores fueron contratados. El Dr. Walther Zurhellen fue puesto a cargo de la astrofotografía, el Dr. Richard Praeger a cargo de cálculos, y Richard Wüst, de la firma Zeiss en Jena, como supervisor instrumental—todos obviamente de descendencia alemana. Fueron medidas tantas estrellas ese primer año, se añadieron 17,000 astros, que se tuvieron que emplear nuevas ‘calculadoras humanas’. Para finales de 1910, el observatorio había crecido con 14 nuevos miembros, incluyendo a 5 calculistas (primariamente mujeres), 3 “fotógrafos auxiliares”, y un “ayudante de sección de los Meridianos”. El mismo año, los fondos fueron

incrementados a 81,400 pesos de oro, y 105,000 pesos de papel. Las partes de los instrumentos que estaban rotos fueron reemplazados. Ristenpart trajo una rejilla de difracción, y Zurhellen trajo un Respsold. Las funciones meteorológicas del observatorio fueron eliminadas, y métodos electrónicos (en vez de sonido de cañón) para determinar la hora fueron implementados. En 1911, el observatorio hizo 1,439 “observaciones de pasaje” y 1,388 “lecturas de circulo.” El Dr. Praeger trazó 200 nébulas en el cielo sureño, y comparó 38 nébulas con “estrellas comparatorias”. 192 observaciones de “pequeños planetas” fueron hechas, tales como Iris, Massalia, Hestia, Sappho, y Anahita. El trabajo fue coordinado con centros astronómicos de la Argentina para observar el cometa de Halley. Ristenpart también trató de relocalizar el observatorio en una región más distante de la ciudad, y publicaría su propia revista en 1912.<sup>222</sup> También se pelearía con el gobierno por la localización de las cercanas líneas de trenes. En comparación con Obrecht, quien fatalisticamente aceptaba sus limitaciones de personal, financiero, e instrumental, el paso de Ristenpart fue ciertamente rápido.<sup>223</sup>

Si Ristenpart quería llegar a sus objetivos, esto significaba necesariamente una ruptura con los procedimientos localmente aceptados. Para ‘subir los más altos picos’, tenía que alzar las normas locales a un paso relativamente rápido.<sup>224</sup> Esto fue precisamente lo que hizo, pero también empeoró aun más sus relaciones con los chilenos. La personalidad autocrática necesitada para tal objetivo, y la aparente inutilidad de tal objetivo tuvo que haber dado una muy mala primera impresión a esta nación no-científica.

Pero aunque existía muchas diferencias entre los dos hombres como directores, Ristenpart y Obrecht compartían la necesidad de hacer la astronomía accesible al público, y a su vez estimular el apoyo gubernamental y financiero. En una presentación muy atípica de Ristenpart, habló con un grado de fascinación y ternura sobre el Cometa Halley en abril de 1910.<sup>225</sup> Aparentemente el nivel de ansiedad pública era grande porque se creía que la cola, que tenía trazos de cianuro, podría cruzar el curso de la tierra y así matar un gran número de personas. Ristenpart aseguró a su audiencia que no solamente el cometa estaba en otro plano, sino que muy lejos. Su cola de 12,000 km. no llegaría a la tierra localizada 32,000 km. distantes. Aun si la cola fuese a llegar, estos materiales se quemarían al caer por la atmósfera. Ristenpart también aprovechó la oportunidad para hacer notar que mientras el élite de los EE UU daba fondos libremente para la ciencia, sus contrapartes sudamericanos eran mucho menos filantrópicos. Obrecht también llevaba la astronomía al público, pero de manera diferente. Todas sus publicaciones contenían los detalles necesarios para que el lector pudiese recrear el trabajo envuelto.

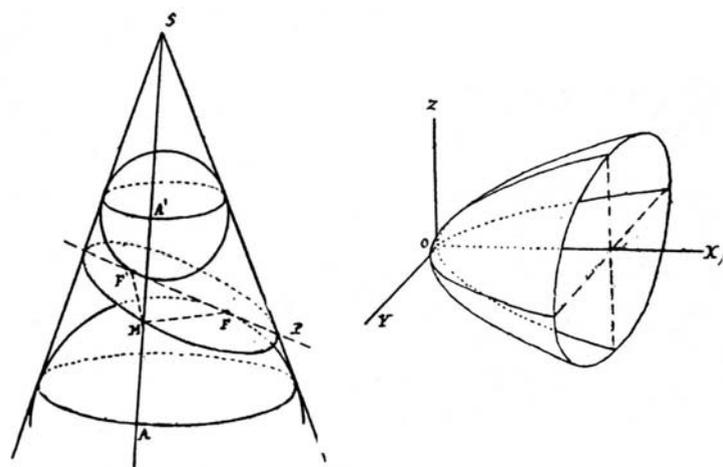


Figura 17: Diagramas de la clase de cálculo de Obrecht<sup>226</sup>

Ambos también dieron cursos de matemáticas, que fueron publicados formalmente como libros. Ristenpart, sin embargo, mencionó que lo hizo en parte porque el gobierno lo había estipulado en su contrato—un hecho indiscretamente mencionado—y porque se había vendido copias ilegales de sus clases, “demostrando en las partes teóricas la ignorancia del plagiario.”<sup>227</sup> Estos cursos revelan un nivel de ciencia sorprendentemente parecido al moderno. Aunque el texto de Ristenpart trataba con la instrumentación, y así sujeto a una obsolescencia más rápida, los principios básicos discutidos eran casi iguales a los de hoy: las causas de aberración podrían ser cambios de presión, temperatura, refracción de la luz, y disturbios atmosféricos. Las clases de cálculo de Obrecht son muy parecidas a los textos de cálculo moderno. Mientras que los textos modernos incluyen una variedad mucho más amplia de temas, el de Obrecht parece haberse diseñado específicamente para el estudiante de astronomía. El texto de Obrecht no tienen el peso del detalle minucioso, y demuestra un empeño por la simplicidad en la explicación de principios astronómicos. Como tal, caen bien dentro del criticismo alemán del sistema educacional chileno—que era demasiado fragmentado e desunido. Los estudiantes tenían que aprender demasiados temas que no parecían tener ninguna relación—crítica que también se puede hacer de la educación estadounidense.<sup>228</sup> Obrecht le da más énfasis a aquellas materias relacionada con la astronomía.<sup>229</sup> Es sorprendente que, como los textos modernos, Obrecht no le dedica más tiempo para enseñar los usos prácticos del cálculo. En consideración de las integrales y derivativas que le permitían escribir sus estudios prácticos, se podría pensar que Obrecht hubiese tenido otra orientación

pedagógica. En ambos casos, el estudiante aprende ideas abstractas removidas de la realidad, sin ver sus múltiples beneficios prácticos, ni su aplicación directa al entendimiento de la naturaleza—“caras atónicas”, como Ziegler lo llamaba.

Si por un lado los norteamericanos intentaron diseminar la palabra de la ciencia, por otro lado no pudieron diseminar su espíritu. Una característica predominante de sus discursos norteamericanos era la sola presentación de resultados. Poco de la destreza y la intuición científica que actualmente iba para obtener estos resultados fueron revelados. Curtis proveyó la data cruda. Smith describió las últimas teorías. Michelson enseñó como construir. En ningún lugar encontramos como se desarrollaron las teorías, en que manera más apropiada se podían usar los instrumentos, o como los datos crudos se podían interpretar correctamente. Estos hombres asumieron un entendimiento científico, que el futuro se encargaría de adquirir. Asumieron que no era su responsabilidad en preocuparse de como se adquirirían esas destrezas—una asunción no muy incorrecta. Como científicos prominentes, estaban más interesados en levantar los ‘picos altos’ de la ciencia que en ‘igualar el campo de juego’. No pudo haber sido más diferentes a las presentaciones de los franceses.

Lachaud y Obrecht informaban, detalladamente, cada paso del camino. Presentan sus asunciones, sus modelos hipotéticos, y los pasos lógicos hechos para llegar a cierto resultado. Importe o no si estos resultados estén en lo correcto, nosotros podemos genuinamente observar la operación de la mente científica. Aunque dos de las presentaciones de Obrecht fueron insignificantes exposiciones de calculación de marea y de la eliminación de error estadístico durante la recopilación de datos, en su trabajo sobre la forma de la Tierra y en el de Lachaud sobre el calor específico, podemos observar la belleza del esfuerzo humano al tratar de elucidar los misterios de la naturaleza.<sup>230</sup> ¿Como hemos de entenderla? Ella elude nuestros gestos y por lo tanto es difícil de comprensión. Se puede observar el atentado de romper las barreras que separan al hombre de su mundo.

Aunque los dos temas fueron importantes, el de Lachaud era científicamente más relevante. El problema del calor específico había afectado por mucho tiempo la teoría de la termodinámica; existía una incongruencia entre la predicción y los resultados. Si se asumía que la materia obedecía las leyes de Newton, entonces teóricamente uno podría predecir sus diferentes propiedades con el modelo de ‘materia en movimiento’. Las ideas matemáticas de Rudolph Clausius, James Clerk Maxwell, y Ludwig Boltzmann proveían la estructura fundamental para tal modelo. Pero había un problema en que mientras que el modelo era

apropiado para los gases a temperatura corriente, éste no funcionaba para los diatómicos como el oxígeno fuera de ciertos límites, ni para algunos sólidos que tenían una estructura agudamente cristalina como el diamante. Estos materiales no se comportaban como teóricamente debería de comportarse; sus ‘personalidades físicas’ eran anomalías aberrantes. Pero, a diferencia de la psicología o la psiquiatría, el sujeto no era inusual sino que la teoría usada para entenderlos tenía que ser enmendada. La revolución cuántica, en particular el trabajo de Einstein, reformaría eventualmente la teoría física y este problema en particular. Es importante notar que Lachaud, al atacar el problema de calor específico en 1908, estaba confrontando directamente una de las dificultades más serias en la física de su día.<sup>231</sup>

Inicialmente, Obrecht no presentó sus ideas en 1908 como si fuesen radicalmente nuevas. Observando las diferencias entre los cálculos teóricos de la elipticidad, o el nivel en que un eje es más corto que el otro de forma  $(a-b)/a$ , y los resultados observados, el creyó que estaba presentando un método más efectivo de resolver estas discrepancias. Mientras que la teoría daba  $1/231.7$ , observaciones para la Tierra daban  $1/293.5$ . Los mismos problemas existían en el caso de Júpiter y Saturno, los planetas más grandes del sistema solar. Pero en comparación con su “De la figura de los planetas” del ICCPA, en el pequeño volumen *Nueva Teoría de la Figura de los Cuerpos Celestes* de 1914, Obrecht hizo su reclamo a la originalidad en una manera mucho más abierta. Aunque las presunciones variaban un poco, el trabajo matemático era básicamente el mismo.<sup>232</sup> En ambos escritos, se basó en un modelo de un cuerpo fluido rotante, acompañado por las mismas fórmulas.<sup>233</sup>

“[S]e puede buscar la forma exterior de una masa líquida...suponiendo que los puntos de la membrana hipotética que limita el líquido están sometidos...á una presión normal constante, y á la fuerza de inercia del movimiento de rotación.” Tomando esto como su modelo físico, Obrecht deriva una serie de ecuaciones para calcular la forma resultante. Inicialmente la encuentra para la Tierra, y luego la desarrolla a una fórmula general para todos los otros planetas. Una variable que obviamente no se podía determinar era  $T$ , ó “la tensión de la membrana en los polos”. Parecido a Maxwell, que no podía calcular el número total de moléculas ( $N$ ) en su ley de distribución de velocidad, Obrecht procedió a eliminar a  $T$ . Encuentra que esta  $T$  es igual no solamente a:  $a/2 (P + pw^2a)\cos \delta$ , sino que también era igual a:  $x/2 (P + pw^2x \cos \delta)$ . Esto lo libra, y le permite obtener los valores de los respectivos “puntos nulos”. Entonces encuentra que, como la serie alfa se queda a un valor pequeño, la fórmula de elipticidad aplica. Otras comparaciones dan a una fórmula más generalizada para la elipticidad:  $w^2a^3/fM$ . Obrecht

entonces observa que los resultados están más de acuerdo con las cifras aceptadas, y por lo tanto reforzando la validez de su método matemático y modelo físico. Para la Tierra, el resultado fue  $1/290.7$ , para Júpiter  $1/13.4$  (el observado era  $1/17.1$ ) y para Saturno era  $1/8.1$  (el observado había sido  $1/9.2$ ). Obrecht había tenido éxito.<sup>234</sup>

¿Estaba Obrecht correcto? Desafortunadamente, este sí tuvo razón, pero había estado tarde por casi unos dos siglos.

El problema de la figura de la tierra, si se parecía a un huevo de gallina acostado o parado, se había convertido en el tema principal de la física del siglo dieciocho; era para su época un problema parecido al del calor específico durante el siglo diecinueve. Su resolución ayudaría verificar o subestimar el trabajo de Newton. Curiosamente, no fue un compatriota de Newton que completó el trabajo sino un científico de Francia—Alexis Claude Clairaut. Un joven prodigioso, Clairaut fue con Mauterpuis en 1736 a Laponia para medir el Círculo Polar Ártico. Otra expedición, dirigida por La Condamine, fue a Perú el mismo año para tomar medidas parecidas del Círculo Ecuatorial. Mientras que Mauterpuis midió 54,941 “tortois”, La Condamine obtuvo 56,475. Aunque estas observaciones justificaban la teoría, todavía quedaba mucho trabajo perteneciente a la dinámica del fluido rotante, y es aquí donde Clairaut entra. Mientras que este avanzó la teoría de la hidrostática, resolvió la dificultad de su aplicación, publicando sus resultados en *Théorie de la Figure de la Terre, tirée des Principes de l’Hydrostatique* (1743), cual dio validez completa al sistema Newtoniano. Las fórmulas de Clairaut habían precedido a las de Obrecht por siglo y medio.<sup>235</sup>

Ciertamente, además de Clairaut, hubieron muchos otros hombres envueltos en el desarrollo de estas teorías que involucraban matemáticas muy complicadas. Por ejemplo, Pierre Simon-Laplace en el tercer volumen de su *Mechanique Celeste* (1802) mejoró ligeramente los trabajos de Clairaut. También se puede notar que existen un gran número de diferencias entre los trabajos de Obrecht y Clairaut.<sup>236</sup> Pero Clairaut había establecido el modelo fundamental que ha recibido solamente pequeñas modificaciones desde su creación. Laplace respetaba a Clairaut tanto que escribió, “L’importance de tous ces résultats et l’élégance avec laquelle ils sont présentés, placent cet ouvrage au rang des plus belles productions mathématiques.” Curiosamente, ambos Laplace y Clairaut habían dicho que el problema no se podía resolver usando el capilario de modelo como Obrecht hizo un siglo después, “cette théorie me paraît insignifiante.”<sup>237</sup>

La pregunta que inmediatamente surge es: ¿Porque Obrecht, quien había recibido su entrenamiento en Francia, no mencionó a Clairaut? ¿Es que no conocía el trabajo de este o que había cometido plagio?

Con respecto a la segunda alternativa, podemos fácilmente contestarla en lo negativo. En todos sus trabajos, Obrecht le daba reconocimiento completo a todos sus predecesores como Plateau, Bessel, y otros. Hubiese también sido muy inútil hacerlo con el trabajo de un hombre tan reconocido como el de Clairaut. Pero, si es el caso que Obrecht no cometió plagio, la primera alternativa surge como válida pero perplejante. Es algo sorprendente que un científico francés no haya aprendido de las hazañas de sus predecesores en la misma disciplina. Una breve reflexión sobre la naturaleza de la enseñanza nos ayuda a entender la situación de Obrecht un poco mejor.

El entrenamiento por libro de texto que se da en la educación formal no es muy histórica y solamente provee destrezas generales; obviamente no tiene la intención de ser enciclopédico porque no lo puede ser. Dada las limitaciones de recursos, fondos, y tiempo disponible, la disciplina en su totalidad nunca puede ser otorgada por medio de este entrenamiento, ni de algún otro. Aunque siempre existe algún tipo de vacío cognitivo, los recién graduados obtienen un mapa intelectual cual les permite explorar nuevo territorio con un nivel de certeza socialmente aceptable. Al empezar su primer empleo, y a manera que el joven (o la joven) académico enseña, este viene a más ampliamente entender la profundidad y las aplicaciones de su disciplina. A manera de que progresa en su investigación, este amplía más profundamente la base que se le otorgó en los estudios formales.

Esperadamente, su progreso cognitivo se reflejará en una vista genuinamente enciclopedia o en la investigación original dentro del contexto de su disciplina. Lo que es obvio es que, al terminar su entrenamiento, el tiempo de estudio que tiene un académico es significativamente más extenso que el que tuvo durante este entrenamiento formal. O sea, a largo plazo, uno aprende más afuera de la escuela que dentro de ella—a pesar de que esta enseñanza fue más concentrada durante el entrenamiento formal. (Las conclusiones obviamente varían con la personalidad y motivaciones del académico.)

Por lo tanto, es algo fácil especular porque Obrecht, quien había viajado a Chile cuando un hombre joven, ignoró el trabajo de su predecesor nacional. Es probable que mientras este quizás fue expuesto a Clairaut, la exposición no tuvo un impacto cognitivo muy prominente. No importa si se le había olvidado, o si nunca había sido expuesto al trabajo de Clairaut; de ambas maneras, el resultado fue el mismo—Obrecht no ‘sabía’ de Clairaut. También podemos notar que, dado las limitaciones bibliográficas y la falta de una larga tradición astronómica en Chile, existían poco medios por lo cual este se pudiese haber informado de adelantos en su disciplina. Que Obrecht luego se nacionalizó sugiere

que sus lazos a Francia fueron cortados, y así inhibiendo aun más su habilidad para verificar su trabajo. Deberíamos de recordar también que esta era una época donde no existían los vastos medios de comunicaciones electrónicos que existen hoy. Es más, el científico colonial operando en la periferia siempre estaba a una desventaja porque no tenían los recursos institucionales o intelectuales que rodeaban al científico metropolitano. Si fuese de otra manera, si pudiésemos fácilmente mover estas instituciones a la periferia, entonces teóricamente no hubiesen diferencias entre la metrópolis y la periferia.<sup>238</sup> Aunque las críticas de Ristenpart sobre los esfuerzos de Obrecht eran válidas desde un punto de vista ‘interno’ a la astronómica, desde un punto estrictamente regional, estas eran maliciosas e injustificadas.<sup>239</sup>

Que Obrecht honestamente creyera que sus teorías eran originales en 1914 ciertamente prueba un punto: que nadie en el ICCPA le dijo lo contrario.<sup>240</sup> Esto es algo inquietante porque el propósito del ICCPA era para obtener un intercambio honesto y franco, como Root esperaba. Pero de punto de vista científico, la inclusión de una agenda diplomática inhibió severamente sus objetivos principales. Posiblemente temiendo un conflicto potencial y ser percibido como insultante, los delegados norteamericanos se reservaron sus opiniones. El impacto negativo de estos esfuerzos diplomáticos sobre la ciencia surgen también cuando se considera que Curtis, el representante principal de la comunidad astronómica estadounidense, le gustaba un buen argumento. Como sabemos, Curtis había sido entrenado en la literatura clásica, la cual estimulaba un tipo de intercambio debatitivo—algo que explica porque este se convirtió en unos de los portavoces principales de su profesión.<sup>241</sup> Es interesante notar que el resumen histórico de la astronomía escrita por Todhunter, que habla extensamente de Clairaut, había sido publicada en 1882 en Londres, y por lo tal disponible a la audiencia norteamericana.

Marcel Lachaud fue afectado por los mismos obstáculos sufridos por Obrecht.

Como bien reconoció en su “Rapidez de translación de las moléculas gaseosas”, Lachaud presumió un modelo cinético. O sea, las moléculas de oxígeno eran puntos que chocaban entre ellas mismas para darle al gas sus propiedades típicas. “Estas moléculas recorrerán trayectorias sensiblemente rectilíneas, hasta que un choque con otra les obligue a cambiar la dirección. Se asemeja a lo que sucede en el juego de billar...”<sup>242</sup> Sin embargo, existía un problema con las presunciones cinéticas de la época porque las velocidades predichas por el modelo no correspondían con las velocidades observadas. Mientras que la velocidad promedio de las moléculas (oxígeno) deberían de haber sido 460 metros por segundo dado por la teoría, la velocidad experimental

fue determinada a ser 580 m/s. El propósito implícito de Lachaud era de resolver esta disparidad. Y esto fue lo que hizo literalmente. Lachaud calculó fuera de existencia las diferencias anomalísticas; como un mago, las hizo desaparecer.

Trabajando hacia atrás en vez de hacia adelante, quizás porque el era un químico, Lachaud procedió desde los datos experimentales hacia la teoría (en vez de la teoría hacia los datos). Su método fue idéntico al usado por Ostwald en la década de 1870 para evaluar las constantes de afinidad.<sup>243</sup> Usando las propiedades físicas conocidas del gas, Lachaud derivó cuatro diferentes grupos de cifras de velocidades moleculares que coincidían son sí mismas. Por ejemplo, sabiendo que el sonido viajaba en el oxígeno entre 314 y 315 m/s (a temperatura de 0°C), Lachaud calculó que la velocidad más rápida de las moléculas era unos 628 m/s y la mínima de 560 m/s, dando el valor medio de 578 m/s—mucho más cercano a la cifra conocida. El método por el cual el realizó esto fue usando la integración vectorial  $-\int (2\pi \cos\partial \text{Sen}\partial) / (2\pi \cos\partial) d\partial$ —cual enseñaba que las moléculas tenían que estar viajando a casi el doble de la velocidad de una onda acústica.<sup>244</sup> Otros procedimientos, todos basados en “el cálculo de las probabilidades,” fueron aplicados a las diferentes propiedades del gas de oxígeno: peso, presión, y calor específico. Los resultados respectivos después de numerosos cálculos fueron los siguientes: 588.5 a 567; 583 a 576; y 591 a 577. Como todos estaban dentro de los límites esperados, el modelo cinético fue rectificado—o por lo menos eso pensaba Lachaud.

Pero estaba correcto? No, no lo estaba, pero esto quizás fue su virtud.

Como algunos lectores ya se habrán dado cuenta, no era necesariamente que las matemáticas de Lachaud estaban incorrectas, sino que las presunciones bajo cual este las establecía eran inválidas. Su estudio, obviamente, no se basaba en nuevos datos experimentales, sino en tratar de modelar el fenómeno de una manera diferente. Lachaud tácitamente admite al principio de su trabajo su rechazo del teorema equipartición de Clausius (1857) y del modelo elipsoidal molecular de Boltzmann (1875), aunque nunca explícitamente nombra a los hombres y sus ideas.<sup>245</sup> “La forma elipsoidal no concuerda con ninguna de las propiedades de las moléculas y no es admitida por ningún químico...Admitiremos...que la energía representada por los movimientos secundarios de la molécula, es débil”<sup>246</sup> Pero al hacer esto, Lachaud regresa a la forma ‘primitiva’ de la termodinámica establecida por Adolf Kröning en 1856. El trabajo de Lachaud hasta se parece aun más al de James Joule de un periodo más temprano aun (1848); meramente era una

‘verificación’ de este modelo al negar anomalías que el resto del mundo científico ya no podían rechazar.<sup>247</sup>

¿Porque Lachaud hizo esto—porque negaba datos que todos aceptaban como hechos? ¿Era Lachaud un físico incompetente que no sabía lo que hacia?

Su reacción se puede explicar en varias maneras, algunas de estas mejores que otras. Se puede decir que esta era una respuesta conservadora francesa muy típica a una crisis intelectual muy atípica—‘cuando en duda, regrese a las fundaciones.’ La Revolución Francesa, que trató de eliminar todas las instituciones del previo orden social como la Iglesia Católica, parece haberle dotado un espíritu conservador a su cultura. Lachaud, como August Comte, era pero uno de una multitud de ejemplares nacionales.

Pero se podría explicar más apropiadamente que la reacción de Lachaud era una respuesta muy típica del químico de su periodo. La teoría cinética había recientemente revolucionado la química en lo que ahora se llama la fisicoquímica. Aunque muchos químicos como Ostwald no creían en la entidad atómica, esta les estaba dando un nivel de precisión y predicción mucho más grande de lo que se creía poder obtener. Ostwald, extrañamente, vino a dar reconocimiento al modelo atómico de la ‘bola de billar’ en 1909—aunque esta había servido fructuosamente como modelo de su investigación científica. Esta dinámica intelectual en la comunidad de químicos es algo irónico dado que al mismo tiempo, el ‘átomo duro’ ya había perdido su validez en la comunidad de los físicos.<sup>248</sup>

Pero también se puede explicar la reacción de Lachaud irrespectivamente de su construcción social en una forma más concreta. No es una reacción tan aberrante como quizás piensen algunos.

Un número de físicos prominentes de la época, como Max Planck y Lord Kelvin (William Thompson), también habían expresado sus profundas reservas con el teorema de la equipartición. En su ahora famoso discurso, “Nubes sobre la teoría dinámica del calor y la luz del siglo diecinueve”, Kelvin trató prominentemente con el problema. Como se había demostrado por la espectroscopía, él notó que los grados de libertad dentro de una molécula parecían ser infinitamente más grande que los que se habían hipotetizado. Por lo tanto, Kelvin pide su rechazo. Planck, quien había expresado sus propias reservas tan temprano como los 1880’s, evitaba cualquier alusiones al teorema de equipartición mientras desarrollaba su ‘cuanta’. Parecido a Planck y Kelvin, Lachaud rechaza este teorema, pero por una razón completamente diferente: el de la simplicidad en la explicación científica.

Basándose en principios filosóficos, Lachaud explica que nuestros modelos no deberían de ser tan complicados como para que no los podamos entender. Al ser de otra manera anularían su propósito básico. Nuestras formulas deberían de encaminarse hacia la cantidad máxima de belleza—la mera simplicidad. Tal principio había sido aludido por Einstein y otros en su día como un guía científico; “Diós no jugaba dados,” este solía decir.<sup>249</sup> Lachaud escribe similarmente, “Parece más racional suponer que las moléculas tienen una forma tanto más simple, cuanto menor es su peso molecular; y en este caso se tendrá una concordancia que disminuirá más y más, á medida que la molécula se complique.” Era imposible imaginar cualquier otra forma para el átomo.<sup>250</sup>

Lachaud no estaba loco ni era un incompetente—una alegación basada en la presunción incorrecta que la respuesta era clara y obvia. Si lo hubiese sido, no hubiese existido un anomalía en el primer lugar. Dado la perplejidad creada por esta, el numero de reacciones validas al problema variaban y crecían, como reflejado por el mismo Lachaud, Thomson, y otros. Uno podía, como Planck, rechazar el problema completamente y tratar de empezar en una base teórica diferente. Pero, como Planck admitió, esto era como pisar en la nada—para él, le parecía solamente otra respuesta cinético “ad hoc” cuyas dificultades físicas eventualmente se resolverían. Mientras un nuevo sustituto no se podía encontrar para reponer el teorema, la tendencia intelectual probable iba a ser regresar otra vez a las fundaciones originales—y esto es exactamente lo que Lachaud había hecho.

No pudiendo hacer, o quizás psicológicamente rechazando, ese salto a la nueva tierra de la física, Lachaud trató de defender lo que le había dado tanta seguridad a su disciplina (la química). No había un punto intermedio en el cual el científico se podía parar intelectualmente, como la misma teoría de Planck decía sobre el comportamiento de la energía en una caja negra. El científico ‘subía’ o ‘bajaba’ de su respectiva posición; él no podía estar en un punto que combinaba a los dos porque no existía. Por lo tanto, aquellos que no querían aceptar las nueva teorías, como Lachaud, estaban forzados a fortalecer las fundaciones de la teoría vieja para así esperadamente resolver sus debilidades. Las cálculos de Lachaud esencialmente negaban que tales debilidades existían al esconder las obvias discrepancias dentro de su modelo. Aunque la repudiación de Lachaud sobre los hechos le prevenían progresar científicamente, su reacción era de esperarse dadas a estas dinámica intelectuales.<sup>251</sup> Con tales inconmensurabilidades khunianas, simplemente no hacia sentido tomar cualquier otro paso. En el final, estas dinámicas *zero-sum* fueron de beneficio general para la ciencia.

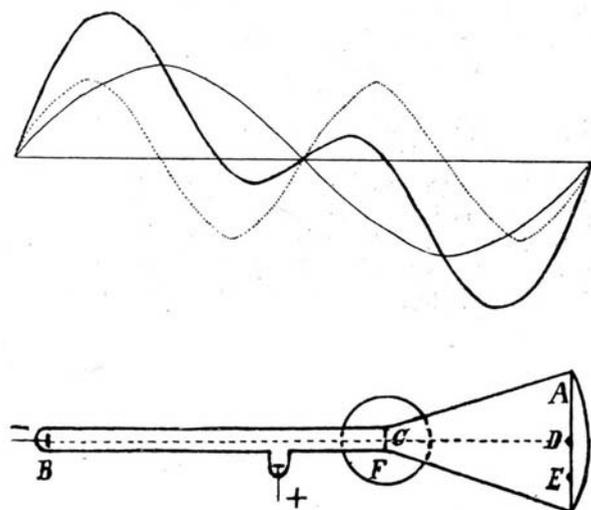
Es aun más importante notar que Lachaud había sufrido las mismas deficiencias que Obrecht sufrió como científico colonial—la falta de información actualizada. Este negó problemas que ya se habían resuelto con la nueva ciencia cuántica. El problema del calor específico para los sólidos se había resuelto por Einstein en 1906, trabajo que luego fue desarrollado por Nernst, Lindemann, y otros. Louis de Broglie, quien había sido un participante en esta revolución científica, señala que el problema de los gases diatómicos ya había sido resuelto para 1913. Aunque los temas de la ponencia de Lachaud se resolverían años después de su presentación, era obvio para 1908 que la dirección que este dirigió su trabajo iba a conclusiones incorrectas. Como el físico Wolfgang Pauli solía decir, “estaba tan incorrecto que ni siquiera estaba erróneo.” El trabajo de Lachaud había sido obsoleto antes de que jamás se hubiese publicado—la peor pesadilla que cualquier científico pudiese tener.<sup>252</sup>

No nos debería de sorprender que la difusión de la física moderna a Chile después del ICCPA no fue muy exitosa. Esto se debió tanto al recipiente como al proveedor, y las diferencias inevitables que existían entre ellos. Aunque un análisis más amplio se proveerá en el próximo capítulo, algunas causas obvias se señalarán en esta sección.

El estado de la física Chilena de esta época estaba en un estado relativamente atrasado en comparación con el de Europa, y hasta el de Norte América. El primer aspecto sorprendente era que muy pocos de los delegados que discutieron temas de la física actualmente eran físicos per se. Ducci era un medico, Lachaud un químico, Lelan un maestro de secundaria, y Obrecht algo más como un cartógrafo. La profesionalización de la disciplina todavía no se había hecho una realidad como había ocurrido en los Estados Unidos, y sus obligaciones laborales probablemente obstaculizaban sus intereses intelectuales. Aun cuando se pueda decir que los dos era mutuamente beneficioso, el resultado de estos se inclinaba a la remuneración practica más que al descubrimiento teórico.

Pero también podemos observar que el ‘fracaso’ no necesariamente se puede atribuir a la falta de destrezas o entrenamiento intelectual como tal. Los ‘upper peaks’ de la física chilena reflejaban un alto nivel de sofisticación matemática y de intuición empírica, irrespectivamente del hecho que estos se habían importados de Europa. Una gran parte de las destrezas requeridas existían, aun cuando algunas no pudieron florecer. Su debilidad parece haber sido causada por aquella ignorancia tan típica del científico colonial; una ignorancia de los adelantos más recientes, como en el caso de Lachaud, o una ignorancia de teorías complicadas ya bien establecidas, como en el caso de Obrecht. Ellos tuvieron ni una vista

‘horizontal’ ni una ‘vertical’—algo esencial para que el trabajo científico de cualquier individuo tenga un mérito original. La misma observación, obviamente, no se pudo hacer de sus contrapartes alemanes.



**Figura 18: Tubo catódico “Wehnelt” y ondas de sonido medidas con este<sup>253</sup>**

Se debería de notar que los Chilenos no fueron totalmente dependientes de los EE UU, ni lo habían sido antes del 1908. Un número de artículos de los *Anales de la Universidad de Chile* trataban con los más recientes avances de la física moderna, pero estos se habían escritos por emigrantes alemanes. Ciertamente, no describían adelantos matemáticos sino aquellos avances experimentales; los rayos x de Roentgen habían sido conocidos entre estos mucho antes del ICCPA. Curiosamente, este énfasis en lo empírico en vez de lo teórico también había sido típico en la ciencia de los EE UU. Pero tal deficiencia en Chile debería de ser considerada inusual en que la revista chilena también publicaba escritos matemáticos. El pequeño número de estos artículos creció con el tiempo, con tratamientos teóricos por autores chilenos apareciendo esporádicamente. Desafortunadamente, estos esfuerzos no pudieron alterar significativamente la cultura intelectual del país.<sup>254</sup>

Pero no era solamente que la física más reciente no se difundió, sino también que la física como tal tampoco fue difundida. La historia de la física en Chile hasta la Segunda Guerra Mundial es caracterizada por su falta de presencia. Si la investigación organizada en la física no apareció en los EE UU hasta los 1875, en Chile no empezaría hasta 1953. Otra de

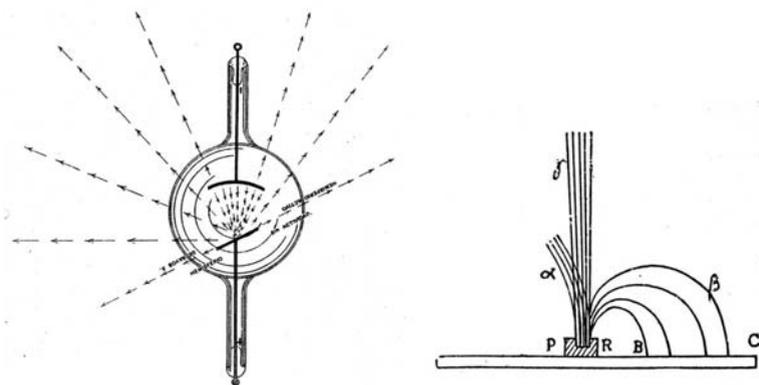
las barreras entre las dos culturas era que relativamente pocos chilenos hablaban el lenguaje de las matemáticas.<sup>255</sup>

Un departamento de ciencia ya había existido, pero la mayoría de los que enseñaban ahí eran más recompensados (emocionalmente y profesionalmente) por sus lazos a la industria que por su investigación científica. Eran principalmente ingenieros que dedicaban solamente un porcentaje muy pequeño de su tiempo a la ciencia como tal, y cuando lo hacían, era primariamente en forma de enseñanza. Ciertamente, mientras los lazos entre la industria y la ciencia por sí mismos no necesariamente inhiben la investigación original científica, como se reflejaba entre 1900 y 1945 en la Alemania y los EE UU, sus influencias negativas se manifestaron claramente en la física chilena al principio del siglo. Estos lazos, como el estudio de canal de Obrecht, no promovían la investigación básica sino que tendían a promover la repetición de métodos bien establecidos para las solución de problemas prácticos. Tan predominante era esta orientación, que en 1927, Carlos Charlin de la Universidad de Chile criticó su énfasis sobre-pragmático, diciendo que, “la Universidad debe ser algo más que una gran Escuela Profesional.” Augusto Knudsen, un ingeniero y profesor de la Universidad de Chile es quizás el ejemplo clásico del patrón. Su presentación en el ICCPA era una exposición común sobre la matemática de la termodinámica. Fue “común” porque no presentó ideas nuevas y originales, y las que expresó fueron estrictamente esquematizadas bajo las leyes de Newton, hechas ‘obsoletas’ por la emergente revolución cuántica. A tal paso, la ciencia progresaría a una fracción diminuta relativa a las otras naciones. Un cierto espíritu científico empresarial estaba faltando. Este patrón parece haber sido común en América Latina.<sup>256</sup> El continente simplemente carecía de una cultura científica.

Pero estos no eran los únicos problemas que tenía la física en Chile, ya que su financiamiento también era un problema. En 1953 el rector Juan Gómez Millas empezó a instituir cambios reales con resultados visibles en la infraestructura local, estableciendo fondos para la creación de laboratorios con los instrumentos necesarios para la investigación seria. Pero la dificultad cultural que los científicos locales tuvieron al expandir el porcentaje proporcional de los recursos económicos invertidos, es clarificada cuando uno considera que al implementar estas reformas, se criticó que nadie necesitaba las revistas científicas nuevas y que nadie las leería.<sup>257</sup> Si tales eran los obstáculos del desarrollo científico, aun cuando se estaba recibiendo estímulos directo de los EE UU y la UNESCO, uno se puede imaginar la dificultad que tuvo que existió en 1908. Aunque en 1908 un Instituto de Física y Matemáticas se

creo, este no tenía los recursos para hacer investigación científica de par mundial. Las condiciones al principio del siglo eran pésimas.

Pero uno no debería de culpar a Chile o a los científicos chilenos. No los podemos condenar por factores que fueron el resultado de la historia y por lo tanto, estaban fuera de su control inmediato. Como Elihu Root una vez observó acerca de Cuba, es muy difícil que una nación adquiera nuevas ideas y métodos.<sup>258</sup> Es como pedirle al alemán que adquiera las supuestas peculiaridades refinadas del francés, o al Inglés que tome las costumbres españolas de la siesta; esto simplemente no ocurre. Los rasgos culturales tienen una durabilidad persistente, y se mantienen presentes por mucho tiempo luego de que los factores que inicialmente los crearon han desaparecido. Es claro que la cultura no-empresarial engendrado por la gobernación parasítica de España durante el periodo colonial también infectó la mentalidad científica de América Latina.<sup>259</sup> Uno debería de notar que las mismas dinámicas que afectan los cambios culturales también afectan el desarrollo científico—un punto que a veces se les sobrepasa a los historiadores de la ciencia.



**Figura 19: Instrumento Alemán de rayos-x y deflexión de rayos beta**<sup>260</sup>

También podríamos señalar que una de las causas del aislamiento cultural de los alemanes se puede explicar en términos científicos. El asimilarse completamente dentro de la cultura local podría haber degradado la calidad de su mentalidad científica, y por lo tanto fomentó una actitud distante; considerando la velocidad a la cual la ciencia alemana entonces se estaba moviendo, los científicos alemanes tenían mucho que perder. Ciertamente esto no era el único factor.<sup>261</sup> Con respecto a los franceses, también se podría decir que como su ciencia

durante la segunda mitad del siglo diecinueve había estado decayendo, había menos incentivos de preservar sus rasgos científicos y por lo tanto de aislarse de la comunidad que les rodeaba. La dinámica sería todo lo contrario—la aplicación de sus conclusiones le otorgaría a este grupo europeo prestigio aunque ciertamente no hubiese añadido a la suma total del conocimiento científico. En otras palabras, los franceses podrían profitablemente usar sus históricas ganancias científicas sin tener que hacer inversiones significantes a la infraestructura intelectual contemporánea—una importante observación que sirve como fundamento de la política científica de Vannevar Bush.

Otra vez, no nos debería de sorprender que los chilenos no participaron en la revolución cuántica. Pero tampoco deberíamos de tomar este punto como un insulto—solamente se debería de entender como un hecho histórico. Cualquiera que hubiesen sido las causas particulares de este hecho, el caso de Chile era más una norma histórica que una anomalía.<sup>262</sup> Muy pocas naciones en el mundo fueron miembros de la ‘generación cuántica’—una “elite” pequeña que forjó su propia cultura.<sup>263</sup> Aunque la mayoría de las naciones participantes e individuos fueron Europeos, solamente una fracción muy pequeña de estos fue responsable por los avances obtenidos. Francia había perdido su preeminencia en los aspectos teóricos para el fin del siglo diecinueve. Italia tampoco participó, en parte por que se enfocó en otros problemas científicos. España, al igual que Chile, recientemente empezaba a desarrollar sus instituciones relacionadas con la física, y también fue afligida por el mismo pasado que subestimaba la ciencia latinoamericana.<sup>264</sup> Mientras las colonias del norte Europeo, como Australia, hacían contribuciones en términos de individuales (el ‘capital humano’ como se le suele decir), ellas mismas permanecieron relativamente atrasadas. Dados los recursos de la metrópolis inglesa, parece haber ocurrido un ‘brain drain’, negándosele así su importante capital humano de la ciencia.<sup>265</sup> Si este era el caso de las naciones occidentales, imagínense el de las naciones no-occidentales como la India o la China que se diferían tan grandemente en la cultura, lenguaje, y economía. Parece casi milagroso que el Japón avanzo tan rápido como lo hizo.<sup>266</sup>

Podemos concluir que el tamaño y la importancia de la ciencia de América Latina como revelado por el caso de Chile eran relativamente pequeños en comparación con el de los EE UU. La ‘longue duree’ de la historia se manifestó en patrones culturales que eran inimicos a su crecimiento—pero era un fuerte comienzo dadas estas circunstancias. Habían factores económicos orientando los intereses intelectuales hacia áreas fuera de la física. Hemos obtenido una pequeña vista del problema en este capítulo.

Ese intercambio entre el estímulo económico y el crecimiento científico lo que se discutirá en el próximo capítulo. Si la economía del Japón ayudó a mover su física, la economía Chilena puede mover su química. Este campo sería el que se convertiría en los sectores principales de la 'economía científica' de Chile al principio del siglo. Un análisis de esta dinámica elucidará los procesos generales que han afectado al desarrollo científico de la América Latina.

## Capítulo 4

### Alquimia Nitrogenada:

Las fundaciones económicas de la química americana

*Chile está en el buen camino  
del progreso, pero naturalmente  
no es posible hacer todas las cosas  
de una vez.*

—Federico Ristenpart.

El 23 de marzo de 1908 hubo una explosión en el almacén de municiones de Batuco (Chile) tan poderosa que había dejado un cráter de 104 pies de profundidad y algunos, casi-invisibles, pedazos de madera y metal diez centímetros anchos esparcidos por el área. El almacén contenía 130 toneladas de municiones en forma de nitroglicerina y pólvora negra. Aunque fue un accidente pequeño en comparación moderna, la explosión y sus efectos no fueron menos dramáticos en relación al ser humano; tuvo que haberse oído varias millas al alrededor. Afortunadamente, aunque hubieron pérdidas materiales, nadie murió en el incidente.<sup>267</sup>

Las causas probables de este accidente quizás no son muy difíciles de adivinar. Un ajustador de reclamaciones de seguro podría haber señalado el hecho que como el almacén estaba localizado veintiocho kilómetros de Santiago en el medio del desierto, el calor tuvo que haber jugado un papel en la explosión. La temperatura aquel día había subido a unos 47.50 °C (117.5 °F) y las puertas no se habían abierto por más de una semana. No muy irrazonablemente, el ajustador especularía que estas condiciones extremas tuvieron que haber creado un horno dentro del almacén, cocinando los ingredientes a la combustión. El clima era el humo de la pistola que señalaba al culpable. También se sabía muy bien que las explosiones previas habían ocurrido por la reacción química que se formaba al mezclar los dos ingredientes juntos. El ajustador de reclamaciones, entonces, atribuiría la causa a la irresponsabilidad humana por haber localizado incorrectamente al almacén o a sus ingredientes, rechazando la reclamación a la angustia de su cliente.

Un oficial militar, por otro lado, hubiese especulado que la causa del accidente se debía a una acción criminal premeditada. Chile había tendido varios conflictos con sus vecinos, Perú y Bolivia, sobre las regiones al norte. Aunque la Guerra del Pacífico había terminado en 1883, Perú y Bolivia en su derrota habían perdido grandes campos de nitrato del cual se hacían todos los explosivos antes de la Primera Guerra Mundial. Al fin del siglo diecinueve, estos campos de nitrato proveían más de la mitad del ingreso del gobierno de Chile; casi un siglo después, Salvador Allende todavía se referiría a la región como proveedora del ‘salario de Chile’.<sup>268</sup> El tema de la posesión de territorio no se resolvería completamente hasta 1929, y por lo tanto, en 1908, todavía existían mucho resentimientos por parte de Perú y Bolivia sobre su pérdida. Ambos países habían formado alianzas secretas antes de que la guerra empezara en 1879, y tenían amplios motivos para alterar el balance de poder en la región que ahora favorecía a Chile.

Diferenciando sobre la causa del accidente con el asegurador, el oficial militar señalaría que, aunque diez toneladas de polvorín habían sido recientemente depositadas al lado de la nitroglicerina, las provisiones que ya estaban ahí tenían más de trece años y no habían señales de descomposición. También hubiera notado que la temperatura máxima del día había llegado a las dos de la tarde, no a las 5:55 p.m. cuando ocurrió la explosión. Para entonces, el sol ya había empezado a bajar detrás de las montañas y el aire ya se había enfriado significativamente. El humo de la pistola apuntaba a alguna otra causa.

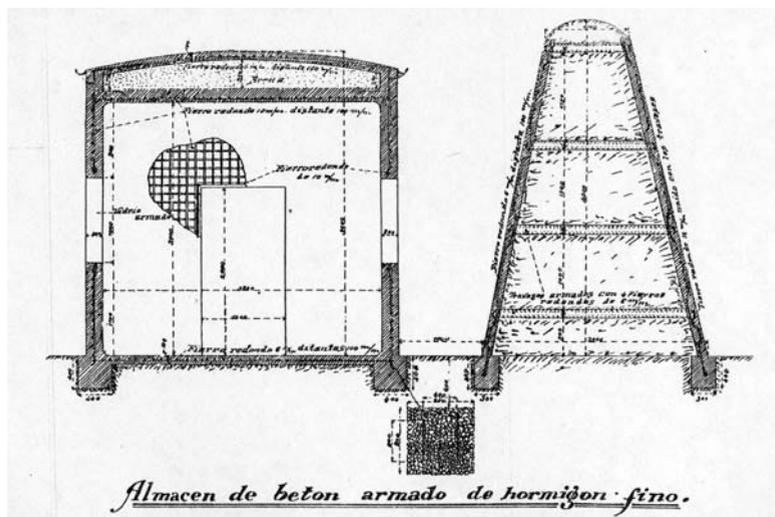


Figura 20: Diseño del almacén

Aunque las dos especulaciones del asegurador y oficial hipotéticos se basaban en hechos obvios, ambas estaban incorrectas. Solamente la ciencia, y no el ‘sentido común’, podría elucidar la causa verdadera de la explosión.

Dado que la evidencia era tan contradictoria, el gobierno chileno puso a dos ingenieros a trabajar en el caso: Manuel A. Délano y Roberto Oehlmann. Aunque ambos eran empleados de las fuerzas armadas, tenían fuertes credenciales científicas. Délano, un teniente coronel, era miembro de la Sociedad Química de París, mientras que Oehlmann había sido contratado recientemente como profesor en la “Escuela de electricistas”. Su estudio, que había sido presentado en el ICCPA, demostraba que aunque el clima había jugado un papel importante en la explosión, había sido de un tipo muy diferente de lo que la mayoría pensaba.<sup>269</sup>

Délano y Oehlmann encontraron la respuesta en los hechos previamente mencionados: la explosión se debió a la creación de un fuerte potencial eléctrico en el almacén que probablemente dio a una chispa en el polvorín, propagándose directamente a través de la nitroglicerina. Dado el efecto del polvorín, la nitroglicerina no se quemó, sino que explotó instantáneamente, y así incrementando el poder de la explosión. La chispa no había venido de una tormenta eléctrica—ninguna se había visto ese día—sino que fue generada de la combinación de elementos envueltos. En otras palabras, una batería auto-explosiva había sido formada en el almacén.

El clima, ciertamente, había sido el ingrediente principal. Pero no fue el calor como tal, sino la diferencia de temperatura que estimuló la formación de carga. El desierto chileno cambiaba temperaturas radicalmente, y se sabía que podía ir desde una baja de 8.8°C (47.84°F) Este cambio rápido, sobre una escala de temperatura amplia, incrementó el potencial de carga. Que el clima era tan seco a su vez estimuló la formación de la chispa en los materiales. Como la falta de agua en el suelo hizo a este un pobre conductor, creó un diferencial eléctrico en el aire en vez de disipar esta carga por la tierra. Los recipientes metálicos en los cuales el polvorín se había empaquetado también ayudó a crear un tipo de ‘jarra Leyden’ (una batería) al interactuar con los paneles galvanizados del techo. Las partículas de polvo que se encontraban en el polvorín ayudaron a cerrar el circuito eléctrico. Como ellas estaban compuestas de carbón, estas también hacían un buen conductor de electricidad. Bajo estas condiciones, una carga fue fácilmente creada en lo que se propagaba por el material, generando una explosión que ocurrió cuando menos se esperaba. Esta explosión no había sido planeada clandestinamente por Perú o Bolivia, sino que había sido un

‘acto de Dios’ como ahora irónicamente se llama. Délano y Oehlmann en su reporte especial habían resuelto el misterio. El conocimiento químico sobre el comportamiento de la materia, no el sentido común, había salvado el día.

El incidente es un solo ejemplo histórico de cuán útil la ciencia puede ser. Nos podríamos imaginar que sin tal conocimiento, Chile fácilmente podría haber culpado a sus vecinos y, por lo tanto, haber actuado para crear relaciones belicosas con estos. El sentido común hubiese dado a la guerra común. Sin ser crédulo, podríamos decir que la ciencia ayudó a prevenir y resolver conflictos internacionales como este ejemplo ilustra—aun así cuando esta también se usa para exacerbarlos, como en el desarrollo de nuevas armas (la nitroglicerina). Pero en ambos casos, el uso de la ciencia es más parecido a la tecnología en que se usa para el beneficio práctico del estado y la sociedad que este representa.

Casi todas las presentaciones del volumen que trataba con la química en el ICCPA tenían algún tipo de aplicación directa.<sup>270</sup> Como tal, estas presentaciones proveen claves importantes sobre la dinámica del desarrollo científico de la región. Chile, como el líder mundial en la exportación de nitratos, había sido estimulado a investigaciones en la electro-química. Argentina, estimulada por su prominente industria de ganado al principio del siglo, estaba muy envuelta en la sofisticada química coloidal. De estos ejemplos, se puede ver que las naciones

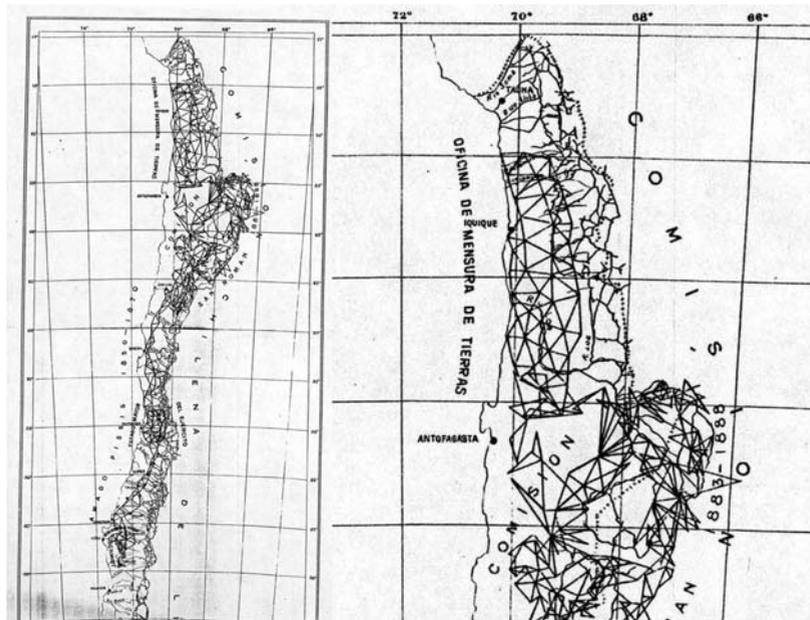


Figura 21: Triangulación de Chile, amplificación (Riso Patrón).

que hicieron presentaciones sobre temas de la química, lo hicieron con respecto a sus intereses económicos predominantes. Por lo tanto, podemos situar el trabajo de Alberto Obrecht discutido previamente en este contexto.

Cuando uno mira a los mapas de Chile del periodo, queda claro que aquellas áreas que habían sido las más activamente trianguladas fueron las de mayor interés económico: el desierto de Atacama donde los campos de nitrato residían, la región rodeando la capital donde la agricultura se localizaba, y la región al sur cerca de la Argentina que también tenía valor agrícola y marítimo. En cambio, los terrenos entre estos eran escasamente triangulados.

Un gran número de trabajos cartográficos aseguró que conflictos sobre la posesión de los terrenos valiosos de nitrato no emergieran por las más triviales de razones—nuevo follaje, marcadores terrenales dislocados, etcétera. Aunque después de su independencia las naciones latinoamericanas habían acordado en la partición territorial basada en el principio de *uti possidetis de jure*, dado que los Españoles no habían usado un sistema cartográfico confiable, los títulos de propiedad todavía estaban susceptibles a pleito. Por ejemplo, aunque la frontera de Bolivia estaba definida por los ríos Copiapó y el Salado, al secarse, se hacía difícil identificar su curso actual y, por lo tanto, la línea fronteriza.<sup>271</sup> Al usar un esquema rígido de estrellas como Obrecht usaba, se podía establecer finalmente localizaciones indudables. Una ciencia tan removida de los eventos diarios terrenales podía irónicamente aplicar a problemas cotidianos para el beneficio del hombre. Por lo tanto, su apoyo gubernamental permitió el desarrollo concurrente de sus aspectos filosóficos no-aplicables como el caso de Obrecht demuestra.<sup>272</sup>

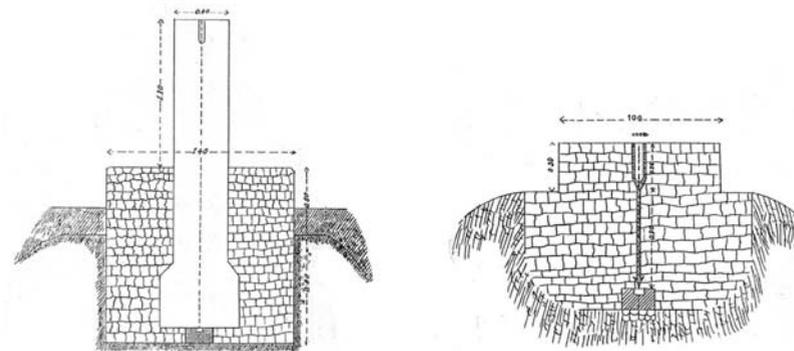


Figura 22: Diseño de montes de triangulación (Riso Patrón)

Estos lazos entre la economía y la ciencia significa que aquellas ciencias que eran de beneficio más directo a las industrias existentes serían las que recibirían el más grande apoyo estatal, y, por lo tanto, aquellas que serían más proactivamente desarrolladas. (Las ‘ciencias pequeñas’ demuestran las mismas dinámicas que se encuentran en las ‘ciencias grandes’.) Como tal, existía un estímulo social completamente independiente de su dinámica intelectual. Este punto es significativo porque si los países latinoamericanos carecían previamente de un estímulo interno-intelectual (su vida social e tradición intelectual), estos eran estimulados al desarrollo científico por sus economías emergentes. O sea, la economía no solamente proveía los fondos que permitía el progreso de la ciencia, sino que también afectaba el contenido interno de la investigación científica al estimular ciertas áreas y no otras.

Como la influencia de la economía sobre la física es algo más removida, tales relaciones son más difícil de identificar que en el caso de la química donde la influencia económica es mucho más directa. Mientras que la historia de la física puede incluir más fácilmente factores filosóficos y cuasi-religiosos, uno raramente puede ver estos factores en la historia de la química durante el periodo moderno. El énfasis se da en el estudio de las relaciones ‘claras y directas’ entre la química y la economía. El estudio de Barkan sobre Walter Nernst, por ejemplo, enseña como los intereses comerciales de Nernst influenció la tercera ley de la termodinámica.<sup>273</sup> La relación entre el desarrollo económico de Alemania y el desarrollo de su química orgánica han sido ampliamente estudiados. Es este tipo de dinámica, el ímpetus que la economía regional le otorga a su ciencia, con el cual tratará este capítulo.

Caliche, salitre,  $\text{NaNO}_3$ , o nitrato de sodio—como sea que uno lo quiera llamar, era oro chileno. Aunque Chile no había participado en las riquezas del oro y plata que habían tenido lugar en México y Perú durante el periodo colonial Español, el descubrimiento de este mineral rico en nitrógeno la impulsó al escenario mundial.<sup>274</sup> Irónicamente, también llegó a estimular el mismo tipo de estancamiento industrial que había previamente afectado sus vecinos—la riqueza sería definida por la exportación de recursos naturales en vez de la producción de productos terminados de valor agregado. Pero su nuevo descubrimiento mineral le permitió a Chile correr una creciente ola de prosperidad que había sido iniciada por la exportación de cobre durante los años 1870.<sup>275</sup> Por lo tanto, en comparación con el Perú cuya economía decayó con el agotamiento de sus reservas de guano, la economía chilena durante la última mitad del siglo diecinueve pudo estar relativamente a flote. A medida que la producción promedia anual de salitre incrementó de 500,000 toneladas en 1882 a 2.7M toneladas en 1913, la porción chilena del mercado de

nitrato mundial expandió de 26% en los años 1880 a 78% para 1905. El ingreso bruto chileno de estas ganancias incrementaría de unos \$.8M (EU.) a unos \$29.3M (EU.) para 1910; la proporción que la industria contribuiría al ingreso nacional incrementaría de 4.7% en 1880 a 51.32% en 1910. La Primera Guerra Mundial cortaría este mercado de Chile, y estimularía la Alemania, quien había sido uno de los importadores más grandes, a desarrollar un medio artificial para los mismos fines.<sup>276</sup>

Irónicamente, Chile al principio no estaba interesada en ocupar la región de Tacna-Arica donde los nitratos residían. Quizás esto fue porque entonces se valorizaba el guano y las islas que tenían este producto, algo que para entonces era una industria decadente.<sup>277</sup> Perú había tenido un monopolio en la producción del guano que, como los nitratos, también se usaban como un fertilizante prominente. Perú le había ofrecido algunas concesiones territoriales ricas en nitrato cuales Chile había rechazado. A pesar de la falta de interés inicial chileno, todavía fueron a la guerra.

Las causas de la Guerra del Pacífico no previeron. La decisión de Bolivia de subir los impuestos por 10% sobre la región donde los chilenos tenían industrias y una población prominente fue la chispa que inició el conflicto. Un tratado secreto entre Bolivia y Perú también forzó al Perú en una posición diplomática parecida a las de varios países europeos antes de la Primera Guerra Mundial. Las pobres fuerzas armadas de Bolivia significó que el conflicto sería principalmente uno entre las otras dos naciones con aproximadamente el mismo nivel de preparación militar. La conquista de Lima por las fuerzas chilenas probó decisivo en el conflicto, y Chile extrajo cuanto pudo de ellas después de su victoria. Además de las fuentes de nitrato, Perú perdería algunos de sus territorios de guano, mientras que Bolivia perdería su corredor al Pacífico. La frontera al norte de Chile se extendió desde la latitud 25° sur hacia el 18°, una causa de conflictos entre los dos países que no se resolvió hasta 1929. Aunque los mitos grandiosos de la guerra persisten en las conciencias nacionales hasta hoy en día, la guerra como tal fue relativamente pequeña y un evento local que no trajo consigo a otras naciones latinoamericanas, en parte como resultado de la diplomacia estadounidense.<sup>278</sup>

Irónicamente, la guerra se peleó sobre una sustancia tan común como el aire—irónico porque la sustancia literalmente es el aire. El nitrógeno constituye un 80% de la atmósfera terrenal. Tal como el fósforo encontrado en el guano, la sustancia también es un ingrediente esencial para el crecimiento de las plantas; ayuda a crear los aminoácidos fundamentales de su estructura celular. Como quizás el lector podrá haber notado de su ecuación química, el nitrato de sodio tiene una alta cantidad

de nitrógeno, alrededor de un 20%, que en su estado granular fácilmente se puede aplicar directamente como fertilizante. Las diferencias en la cosecha cuando es aplicada resulta ser dramática. El maíz solamente da 600kg/acre sin el, pero cuando 80 libras de este fertilizante es aplicado, este rinde unos 5,040 kg./acre. Con 280 libras, sube aun más a 8,820 kg./acre. Como se puede ver, cantidades relativamente pequeñas dan un incremento mucho más amplio por tonelada de crecimiento agropecuario. En otras palabras, con su uso, hay un potencial-de-salida significativamente más grande que el potencial-de-entrada dentro del sistema.<sup>279</sup>

Pero aunque el nitrógeno es tan común, su ligazón doble es tan estable, que su fijación en el terreno se obtiene solamente como resultado de una gran cantidad de energía de entrada, tal como ocurre cuando el relámpago eléctrico cae a la tierra. Las cosechas de legumbre también puede fijar el nitrógeno en la tierra dado a los nódulos especiales en sus raíces que contienen la bacteria *rhizobium*. Esta dificultad no había sido un problema durante la mayoría de la historia humana mientras que la población no fuese relativamente grande o incrementándose de manera exponencial. La agricultura se podría mantener en niveles menores, por lo tanto permitiendo que el nitrógeno terrenal naturalmente fuese rellenado por la rotación de cosechas o la actividad climatológica. La Revolución Industrial y el incremento significativo poblacional cambió esta relación. La demanda de los alimenticios sobrepasó el ritmo natural al cual el terreno se fijaba con nitrógeno.<sup>280</sup> Pero, afortunadamente, el descubrimiento que el nitrato de sodio se podía usar para estos fines ayudó mantener el crecimiento de la producción agrícola a paso con el crecimiento de la poblacional humana; se podría decir que igualo a una temprana “Revolución Verde” durante la segunda mitad del siglo diecinueve había ocurrido. Pero, otra vez, la población mundial y sus demandas crecieron a una velocidad tan alta, que para la época de la Guerra Hispano-Americana, el científico William Crookes de Inglaterra predijo que el crecimiento poblacional sobrepasaría sus fuentes alimenticias otra vez para 1938. Aunque los terrenos de nitrato en Chile eran inmensos, estos eventualmente se agotarían como había pasado con el guano de Perú porque era un recurso no-renovable—dejando a Chile no solamente en una crisis financiera, pero dejando a la humanidad en una condición peor de la que inicialmente había empezado. Mientras tanto, aquellos países con el recurso estaban parados en minas de oro.

El nitrato de sodio era un producto con mucha demanda porque también se usaba en la producción de explosivos, una industria en crecimiento durante este periodo. La pólvora negra, por ejemplo, se hacía al mezclar el azufre, carbón de palo, y el nitrato de sodio. La

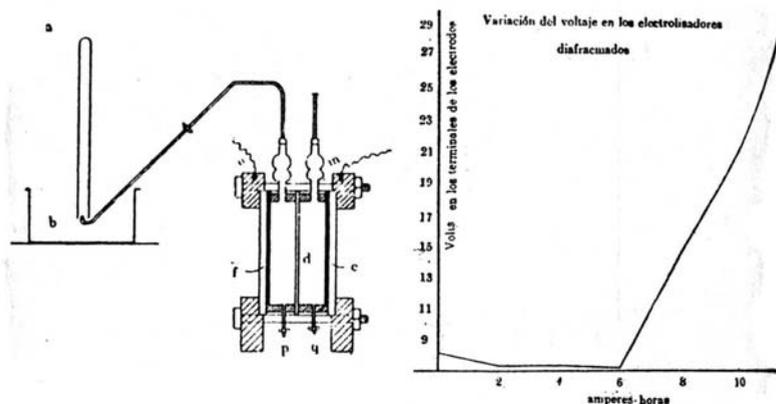
producción de todos los explosivos antes de la Primera Guerra Mundial usaban algún tipo de nitrato de sodio. Durante la guerra, cuando las reservas de ‘nitrógeno’ estaban bajas, las naciones como la Alemania se vieron forzadas a escoger entre sus dos usos— la comida no necesariamente siempre tenía la prioridad primaria.<sup>281</sup>

Dado sus usos múltiples, falta de rivales viables, y demanda incremental, los campos de caliche en el desierto de Atacama habían sido una comodidad muy valiosa al principio del siglo. El crecimiento humano exponencial y los conflictos militares crecientes garantizaban una demanda fija, y en cambio, una ganancia. Pero, como todas las comodidades valiosas, esta creó conflictos bélicos entre las naciones. Chile no había sido la única en ir a la guerra para obtener tales territorios. Tales descubrimientos también habían estimulado la exploración y la enajenación mundial de territorios parecidos, tal como la expropiación por los EE UU de 94 islas justificadas por la legislación de la Islas Guano de 1856. Curiosamente, Chile tomó una actitud muy diferente al desarrollo de su nitrato que Perú tomó, en el caso del guano, al dejar su desarrollo comercial en manos de compañías privadas de Inglaterra. Estos, a cambio, pudieron obtener control de la industria local con un poco de suerte y perseverancia. Aunque su administración financiera fue pobre, Perú minó su propio guano.<sup>282</sup>

Dado el papel prominente que el nitrato de sodio había jugado en el mercado mundial, y consecuentemente en la economía chilena, era de esperarse que los químicos chilenos del ICCPA también darían presentaciones sobre el tema. De las ocho ponencias chilenas en el volumen, solamente una no estaba relacionada a la industria de nitrato. Hasta una dada por Carl Malsch, que se diría primariamente a temas legales, trató con los métodos de analizar las concentraciones del material en muestras de tierra. Malsch era profesor de química en la escuela de ingeniería. El autor chileno más prominente también había sido el editor del volumen: Belisario Diaz Ossa, profesor de la Universidad de Chile.<sup>283</sup>

Usando aparatos científicos típico de su época, Diaz Ossa describió como él trató de producir ácido nítrico por medio de la electrólisis.<sup>284</sup> Diaz Ossa uso una “disolución acuosa” de sodio de nitrato, 85.09 mol. gramo/litro, un diafragma de porcelana, y una corriente eléctrica de 2.5 amperes. Pero en vez de obtener una corriente mejorada con la producción de iones en la solución, una resistencia llevo a formarse. Este también encontró que la cantidad de hidrógeno recuperado era mucho más bajo de lo que teóricamente debió haber sido. Cuando un tubo capilar se colocó horizontalmente sobre el diafragma de porcelana (cerrado al final), la resistencia otra vez incrementó después

de aplicar una vez más la electricidad. Al remover el tubo, encontró que este había sido llenado completamente de agua.



**Figura 23: Experimento de Diaz Ossa y curva de resistencia**

(Noten la disminuyente resistencia antes de la subida ‘exponencial’.)

Un análisis detallado de las ecuaciones químicas reveló que los iones H y OH que pasaban por el diafragma estaban reaccionando con cada uno para producir agua. En vez de  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}(\text{HO}) + \text{H}$ , donde  $2\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{O}$ , esta resultó ser una reacción secundaria a aquella obtenida por Diaz Ossa:  $\text{NaNO}_3 + \text{H}_2 = \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Un segundo grupo de experimentos enseñaron que cuando se usaba un cátodo de mercurio, este se combinaba con el OH, así dando un resultado más exitoso.<sup>285</sup>

No se nos debería de escapar el hecho que el autor estaba tratando de producir químicamente “nitrógeno” (nitrato de sodio) por medio de la electrólisis—algo que desafortunadamente eludió sus esfuerzos. La naturaleza no se dejaría domar con tan poco esfuerzo, como lo demostró el trabajo de Fritz Haber en Alemania.

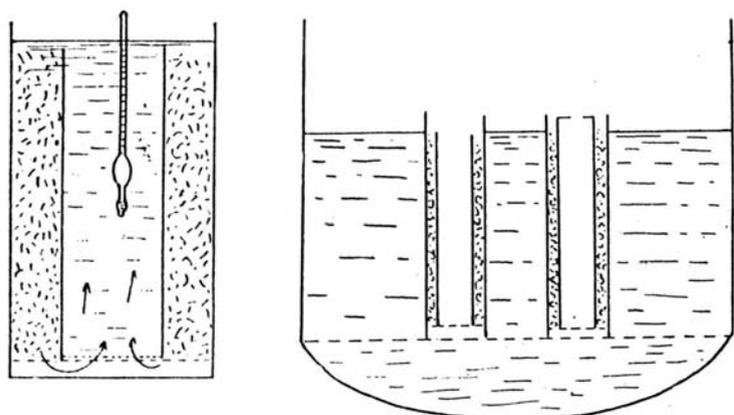
En su segundo artículo, Diaz Ossa describió mejoras que se habían hecho en la industria del nitrato.<sup>286</sup> El artículo básicamente era una crítica profesional de algunos procedimientos ineficientes. Explicó que el salitre era obtenido del estrato de caliche por medio de agua hirviendo en la cual este se disolvía—un proceso conocido en Chile como la “lexiviación”. Un número de productos secundarios, como el cloruro y el sodio de sulfato, también se disolvían, pero con tal de que estos no subieran más de un 5% de la solución, no afectaba su valor comercial.

Varios experimentos presentados en el ICCPA trataban con este tema.

Diaz Ossa cautioned que los mineros estaban sobrecalentando la tinas con poco efecto, creyendo incorrectamente que podrían sacar concentraciones más altas del nuevo ‘oro’. “Las disoluciones que tienden á saturarse, las más concentradas sean, de manera que la cantidad de calor consumida en elevar la temperatura en una disolución concentrada es mayor que la que consumiría una disolución diluida, en las mismas condiciones”.<sup>287</sup> En otras palabras, las soluciones con las concentraciones más alta de nitrato también tenían un nivel más alto de calor específico. Por lo tanto, la cantidad de calor que se necesitaba para subir la temperatura un grado era mucho más alta en las más altas concentraciones, en comparación con aquellas de más bajas concentración. Pero también significaba que cambios el calor específico de una solución se podían usar como marcadores de la saturación de nitrato en la solución. Cuando más energía se necesitaba para subir su temperatura, Diaz Ossa señaló que la solución entonces había llegado a su estado final. Los mineros podrían asegurarse que ellos no gastarían más en madera o en otros recursos de calor para obtener concentraciones más puras. De acuerdo a él, los procesos más económicos eran aquellos que utilizaban temperaturas más bajas; las diferencias importantes se encontraban en los métodos de evaporación.<sup>288</sup>

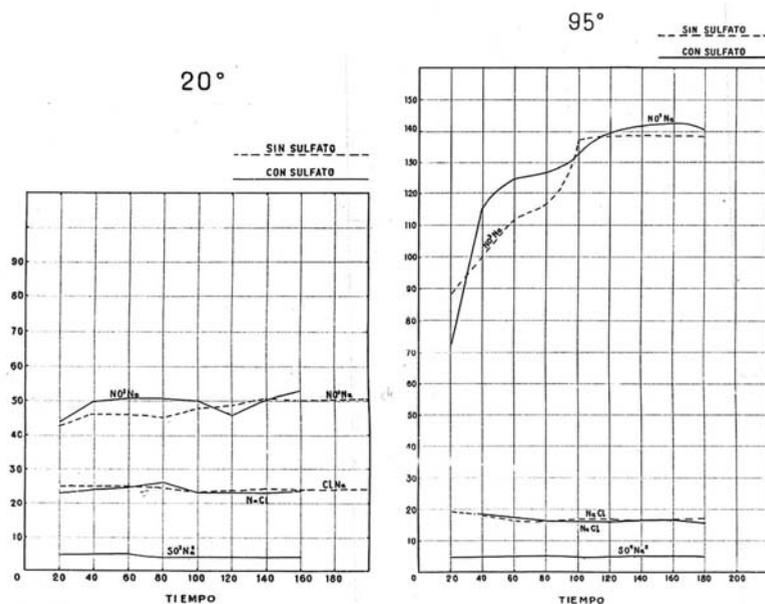
Otros problemas de la industria también fueron discutidos. Los comerciantes locales, Diaz Ossa nos informa, habían creado numerosas artefactos mecánicos para tratar la sustancia. “Muchos han creído que solo era necesario efectuar modificaciones mecánicas, cambiar la forma de los cachuchos, ó recipientes y han adoptado la sección hexagonal, en vez de la cuadrangular usual; otros han ideado cachuchos rotativos adoptando formas muy variables.” Pero estas mejoras afectaban el sistema mecánico sin afectar aquel que contaba—el sistema de reacciones químicas.<sup>289</sup>

Quizás la presentación más estrictamente química de la delegación chilena fue la de Pablo Moriozot y Juan P. Rochefort P., ambos de la Universidad Católica.<sup>290</sup> No se sabía si el sulfato (sodio de sulfato) inhibía negativamente la lexiviación, y los dos crearon una prueba para ver si tal era el caso. Aunque esta prueba no fue muy químicamente complicada, ellos estaban obteniendo datos importantes de la naturaleza—el “raw data” de función crucial en la historia de la ciencia. Podemos notar que los artículos previos de Diaz Ossa eran aplicaciones de información que ya se sabía, en vez del descubrimiento de “nueva información”.



**Figura 24; Instrumentación química de Pablo Moriozot y Juan Rochefort**

El experimento es simple pero cuidadosamente construido. El propósito básico era de comparar las concentraciones de dos soluciones calentadas, una con y la otra sin el sulfato. Pondrían un pequeño cilindro con una maya de metal en su fondo dentro de otro cilindro más grande con un fondo falso. Este sistema permitía a la solución de sal entrar



**Figura 25: Imagen de curvas para diferentes temperaturas (Morizot)**

a la cámara interna, cuya densidad después de calefacción se podía determinar con el areómetro de Twaddell. Los dos pares de cilindros, uno con una solución de sulfato y otra sin ella, entonces eran colocados dentro de una caldera, también con un fondo falso. La caldera llena de agua se calentaba por gas, que entonces transfería el calor a los cilindros. Medidas se hacían a intervalos de temperatura, y también cogían muestras para determinar el efecto del sulfato en la elaboración del salitre.<sup>291</sup>

Tuvieron cuidado en tomar medidas exactas—especialmente a temperaturas alta en la cual la evaporación podría tener efectos considerable, “sin esta precaución habría sido imposible toda pesada exacta.”<sup>292</sup> Una muestra se cogía cada veinte minutos, asesorándose de que el interior de los cilindros estuviese vacíos para que el contenido total de la solución podría entrar (véase el diagrama). La cantidad de nitrato era determinado por su reducción en la presencia del sulfato ferroso.

Encontraron que el sulfato, contrario al pensamiento común, tenía ningún efecto cualquiera; “concluimos que la acción del sulfato es nula, lo que nos permite decir que el poco rendimiento de los caliches que lo contienen, no es debido á esta como se cree actualmente.” Irrespectivamente de las variantes de temperatura, las curvas de densidad mantenían la misma forma con o sin la presencia de las sales sulfúricas.<sup>293</sup>

Como se puede observar de los tres ejemplos descritos, la industria principal de Chile, el sodio de nitrato, había sido en enfoque principal de los temas químicos en el ICCPA. Químicos chilenos habían encontrado que el sodio de sulfato no afectaban su procesamiento, que agua se formaba al tratar de formar esta por medio de la electrólisis, y que el aumento de fuego no afectaba sustancialmente la velocidad en la cual esta se disolvía. Que afectaba o no afectaba el salitre fue analizado químicamente, y por lo tanto dando un conocimiento más confiable sobre la importante sustancia. Sus estados físicos fueron más apropiadamente entendidos. Todos sus experimentos ayudaron mejorar la eficiencia de la industria local.

Pero la ciencia que se había usado en estos experimentos, la fisicoquímica, se había desarrollado solamente en los 1880's, y tales experimentos son prueba de la difusión rápida de esta disciplina científica dentro de la región. Los autores citados por Diaz Ossa habían sido Ostwald (1902), Hittorf, Nernst & Loeb (1888), y Noyes (1903). Como notado por el trabajo de van't Hoff y Walter Nernst, tales experimentos simples usando muy diluidas soluciones acuosas habían sido esencial al progreso de la química—una disciplina de más importancia histórica

de lo que se le ha prestado por historiadores de la ciencia con su énfasis en la física. (Es un hecho poco sabido de que Max Planck antes de su trabajo con el cuanta había sido más reconocido por su investigación en la fisicoquímica—un hecho histórico ‘borrado’ por descubrimientos que le siguieron.) Curiosamente, cuando algunas naciones del África trataron de entrar a la industria química moderna, estos también lo hicieron usando los mismos procedimientos de bajo costo.<sup>294</sup>

Mientras que las relaciones entre la industria de nitrato chilena y su desarrollo de la fisicoquímica no suene demasiado sorprendente, podemos complicar el tema un poco más y preguntar el porque el estímulo económico de la ciencia no llegó a industrializar la nación. Si el mecanismo del progreso económico ayudó a mover a Chile hacia un mayor desarrollo científico, y tal desarrollo científico es un ingrediente crucial para consecuente desarrollo económico, entonces porque fue que este proceso también no llevó a Chile hacia la industrialización como había ocurrido en la Alemania?

Curiosamente, la contestación parece haber tenido más con falta de voluntad política y de la influencia cultural, que con cualquier obstáculo científico o tecnológico potencial. Puesto de manera más fácil, parece que Chile simplemente no quiso industrializarse. No hay otra manera de ponerlo. Pero no deberíamos de proyectar nuestras asunciones de su valor a priori a nuestros actores histórico y juzgarlos a luz negativa. Era su derecho embarcar en cualquier ruta que les pareciera la más apropiada.

En retrospectiva, pero solamente en retrospectiva, Crookes no necesitaba de haberse preocupado tanto; el mundo no terminaría sus reservas de nitrógeno.

Aunque la Primera Guerra Mundial cortó a Chile de sus mercados, también sirvió como tremendo estímulo a la Alemania para que produjera el nitrógeno por su propia cuenta. Era esto o enfrentarse a una derrota temprana y humillante. Aunque ello no había tenido los mismos recursos minerales que tenía Chile, la Alemania tenía una fuerza poderosa en su química orgánica que también había sido estimulada por la economía. El laboratorio moderno de investigación científica nació ahí, bajo los auspicios de las compañías de tinte tratando de expandir su posición en el mercado mundial. El adelanto temprano de Inglaterra con la tinta malva había sido sobrepasada por el behemot alemán que para fin de siglo estaba produciendo cientos de tintes. La ley de patentes (1871) alemana había creado la infraestructura de la creatividad—los procesos, no los productos, solamente eran sujetos a ser patentados.<sup>295</sup> Esto significó que con tal de que una compañía produjera el mismo tinte por una serie de reacciones diferentes, ella también podría tener

acceso legal a los mercados. De tal manera, la industria de tinturas dio nacimiento al laboratorio de investigación industrial como los de BASF, Bayer, Hoesch, y otros—compañías alemana que todavía predominan hoy en día aunque habían sido destruidas repetidamente durante las dos guerras mundiales de este siglo. No importase cuanto la Alianza del Progreso tratara de estimular la industrialización de América Latina, ello no logró crear las fundaciones necesarios para esta industrialización que había ocurrido ‘naturalmente’ en la Alemania por medio de la ley. No llegó a crear una ética científica nacional.<sup>296</sup>

Aunque la fisicoquímica usada para crear un la producción industrial de fertilizantes había sido de origen escandinavo, al ser el primero en descubrir el la base científica de esta producción, Fritz Haber se convirtió en un héroe alemán.<sup>297</sup> Un gran número de fisicoquímicos, incluyendo a sus fundadores Wilhelm Ostwald y Walter Nernst, en algún punto también habían atacado el problema. Nernst se dio por vencido al seguir el consejo de unos industrialistas. Ostwald erróneamente creía que el había establecido los principios básicos de tal trabajo, pero este no descubrió la manera exacta en la cual se tenía que producir la sustancia. Algunos procesos se habían inventado tan temprano como los 1902, pero estos métodos de arco o cianuro de calcio usaban tanta electricidad que eran demasiado extravagantes. Estimulado por las críticas de Nernst, Haber descubrió su solución teórica en 1908. Cuatro años más tarde, Carl Bosch y otros en BASF crearon la tecnología necesaria para su producción industrial eficiente.

La ecuación simple para hacer el amoníaco,  $N_2 + 3N_2 \leftrightarrow 2NH_3 + \text{calor}$ , era bastante difícil de poner en práctica porque las temperaturas y presiones necesitadas para la reacción exotérmica eran tan altas. Si la presión de manga de bomberos es 125 libras por pulgada cuadrada, aquella que se necesita para la fijación de nitrógeno incrementa por un factor de diez. Un observador noto que, “Es de esperarse que los gases finalmente se combinan solamente de pura desesperación.”<sup>298</sup> Pero tales presiones en esa época nunca se habían alcanzado al nivel industrial que tendía a usar procesos de calderón abierto como los que Haber primero había usado para estudiar el sujeto. La dificultad que los científicos encontraban se elucida cuando se considera que aun cuando los patentes alemanes habían sido confiscados después de la Primera Guerra Mundial, Alemania todavía retenía un monopolio del proceso porque se le había permitido de no divulgar información sobre su catalizador. Estos habían hecho alrededor de 6,500 experimentos con 2,500 catalizadores potenciales solamente para encontrar dos: uranio y osmio.<sup>299</sup> Usando extremadas condiciones y un catalizador viable, Haber descubrió el proceso para fijar el nitrógeno con las moléculas

de hidrogeno en el carbón (luego se uso gas natural) para producir amoníaco. La infraestructura intelectual y tecnología necesaria para tal proceso industrial ya existía en la Alemania, y proveyó las fundaciones debajo del genio de Haber.

La Primera Guerra Mundial por lo tanto representa un tipo de cuenca. Cuando la Alemania descubrió su producto de valor-añadido (el amoníaco), el mundo ya no tenía que ser dependiente de minerales para su provisiones de nitratos. Podría depender del abundante aire. Lo que había sido bueno para la Alemania durante la guerra, también sería bueno para el mundo durante tiempo de paz. Una población mundial creciendo exponencialmente no sería forzada a controlar este crecimiento en parto porque ahora tenía los fertilizantes necesarios para producir los abastecimientos agrícolas necesarios. Inicialmente, el proceso se difundió al Japón poco después de la Primera Guerra Mundial, y luego por el resto del mundo a paso rápido después de la segunda guerra. En 1958, por ejemplo, el Japón produjo solamente 16% de su uso nacional, pero para 1971 la cifra había subido a un 96%.<sup>300</sup>

Durante este siglo, el consumo de fertilizante de nitrógeno incremento de unos 366 miles toneladas en 1905 a 13,900 m.t. en 1963. En ese mismo año habían 263 fabricas de amoníaco sintético y 42 bajo construcción. Los números se habían reversado en que la Alemania se convirtió en el exportador más grande de nitratos (amoníaco) a 1,125 m.t., seguidos por el Japón en 555 m.t. Importadores incluían a la China con 400 m.t., la India con 205 m.s. y la América Latina con 170 m.t. La producción total de Europa era 5,195 m.t. Para 1991, el nitrógeno se había convertido en el producto químico más producido en los EE UU por masa atómica en 26M de toneladas, de las cuales 19M eran en forma amoniacal. Si el ácido sulfúrico una vez se usaba como un indicador económico prominente, el amoníaco se podría usar como un índice de población mundial. Los dos tazas de crecimiento exponencial reflejan la mismas correspondencias.<sup>301</sup>

Podía Chile haber entrado a la producción sintética del nitrógeno, y así a su industrialización, durante una etapa más temprana de lo que ello actualmente hizo—y así mantener su adelanto en el mercado del nitrógeno? Otra vez, como había un estímulo económico estimulado el desarrollo de su industria de nitrato, y por lo tanto su ciencia química, porque este estímulo no se extendió aun más de lo que hizo? Después de todo, si el amoníaco sintético era el rival al salitre natural de Chile, hace sentido que esta competencia hubiese estimulado a la adaptación chilena de estas técnicas para obstruir sus rivales en esta arena económica. Que ella no lo hizo crea preguntas sobre los posibles factores afectando el proceso de decisión nacional.

Chile siguió la ‘farándula’ y solamente entro al campo hacia fines de los 1960’s, cuando ya todos los demás países subdesarrollados (*Less Developed Countries, LDC*) también corrían para participar. Aunque Chile todavía estaba exportando nitrógeno en 1963, todo eran en forma de sodio de nitrato, con un total de 172 m.t. y 34 m.t. para consumo local. Solamente en 1965 que esta decidió hacer un estudio de viabilidad, y no fue hasta 1971 que llego a construir su primera fabrica de amoníaco sintético en Punta Arenas con una capacidad de 270,000 t./año. Esto había sido veinte años después del descubrimiento de un ingrediente crucial para su producción: el petróleo y el gas natural. La entrada tardía de Chile al mercado simplemente lo hizo mucho más difícil para que la nación encontrase un nicho competitivo en el. Para entonces, ya había una sobre-producción del nitrógeno por fabricas incrementalmente voluminosas, cual había desinflado los precios.<sup>302</sup> Típicamente, si Chile hubiese entrado a este mercado en un periodo más temprano, como el Japón lo hizo, hubiese estado en una posición mucho más favorable de la cual tuvo cuando finalmente empezó en esta. Otra vez, porque Chile tuvo lazos tempranos con el mercado significa que ella estaba situada para tomar una ventaja temprana de la situación; ahora podemos decir que esta tenía “insider information” de la industria.<sup>303</sup>

Los Estados Unidos durante el ICCPA le advirtió a Chile del rumbo que venía; en vez de mencionar la palabra “plásticos” como el aquella película de Dustin Hoffman (“The Graduate”), este murmullo la palabra, “amoníaco”. Los EE UU había sido el único país en haber hecho tal advertencia públicamente durante el congreso. Curiosamente, aunque había existido una influencia francesa, inglesa, y alemana en la región, es sorprendente que no encontramos estas señales mencionadas por ellos en el ICCPA ni en la revista científica principal de Chile. Una presentación estadounidense dio la advertencia, mientras que otra se dirigió al problema de la consumición excesiva de recursos no-reanuales nacionales.

De las dos presentaciones, la de Carlos Monroe era quizás la más directa.<sup>304</sup> Un profesor de la Universidad de George Washington, Monroe le informa a los delegados locales de un nuevo método cual había sido inventado y que se estaba desarrollando para fijar el nitrógeno—la síntesis de amoníaco y el “calcio cianuro ó nitrógeno de cal.” “La amenaza de una extensión del uso del nitrato de sodio en los Estados Unidos está fundada...en la introducción de procedimientos electrónicos en la fabricación de nitratos sacada del nitrógeno atmosférico.”<sup>305</sup> Este creía que era posible que no todos los métodos descubiertos estaban siendo reportados por los medios de comunicaciones. Por estas y otras razones, los EE UU estaba procediendo a construir su propia fabrica

en las Cataratas de Niagra, con su barata energía hidroeléctrica que el dique constantemente producía. Este le informa a su audiencia que la producción estadounidense total había incrementado de uno 196,059 a unas 279,790 toneladas para 1905, de acuerdo a la estadística más recientes. La mitad más grande iba a la producción de explosivos.

William Kent también advirtió sobre las medidas cogidas para limitar el consumo de recursos nacionales, en particular en el caso de bosques para el carbón de leña.<sup>306</sup> Era muy difícil controlarlo porque el individual típicamente veía solamente su interés propio definido por objetivos de corto plazo. Pero como el estado cogía el objetivo de mirar hacia los beneficios de largo plazo, este tenía el derecho de infringir sobre lo que se perciba como los derechos intrínsecos del individuo. De otra manera, los recursos nacionales rápidamente se agotarían, y eventualmente subestimando el interés propio de toda la nación.

Los problemas discutidos por Kent eran pertinentes a los que Chile había tenido en los 1880's, irónicamente con los intereses del estados y del comercia invertidos. Porque Chile había llegado a una gran dependencia de los nitratos, su esfuerzo continuo de subir esta producción confligía con los productores ingleses quienes querían bajar la producción para subir los precios y establecer un monopolio. Estos conflictos de intereses eventualmente resultarían en una guerra civil (1891) y la destitución de José Balmaceda de su presidencia. Irónicamente, al tratar de desarrollar en Chile una infraestructura industrial para su bienestar económico de largo plazo, Balmaceda choco con la facción liberal que veía tales proyectos como ejemplos de un nepotismo ciego y de un proceso político arbitrario—que en algunos casos ciertamente lo eran.<sup>307</sup> Aunque no fue dirigido explícitamente a Chile, la advertencia por el delegado estadounidense no podría haber sido más apropiado al interés nacional chileno.

Como se puede ver de los casos de Kent y Monroe, la falta de información no necesariamente sirvió de obstáculo al desarrollo industrial Chileno. La nación había sido advertida públicamente sobre el amoníaco sintético tan temprano como 1908. Estudios de la fijación de nitrógeno habían sido prominentes en los medios de comunicación científica antes de la guerra. Para 1915, ya se habían publicado 3,000 artículos en revistas científicas.<sup>308</sup> La 'apertura' del establecimiento científico alemán después de su derrota durante la Primera Guerra Mundial, como así ocurriría en la segunda, también significaría que muchos de estos procesos se hicieron públicos mundialmente, aun cuando no todos sus aspectos (por ejemplo el catalizador) se mantuvieron secretos. Cuando consideramos que Chile no inicio tal proyecto hasta los 1960's, es claro que una falta de conocimiento de su existencia

tampoco había sido un obstáculo. El punto es particularmente aplicable en el caso de la producción del nitrógeno algo que, en comparación con los intermediarios químicos o los productos finales de la industria petroquímica, es una tecnología básica relativamente fácil de importar a un país—un tema que será analizado luego más profundamente. El infringing de patente tampoco era un problema, particularmente cuando se considera la pérdida de patentes alemanes después de la guerra.

Ciertamente se debería de señalar que el patrón general has sido que los productores 'orgánicos' raramente inicial la producción sintética que rivaliza con la suya. En la mayoría de los casos, los productores 'naturales' son sobrepasados por los innovadores más sofisticados. En este sentido, el esquema Rosenberghiano de innovación tecnológica elucida nuestro caso de estudio. Rosenberg y otros argumenta que cuando una tecnología es implementada por primera vez, casi nunca llega a monopolizar el mercado de un día a otro. En vez, hay un periodo de ajuste donde los productores tradicionales tratan de hacer mejoras a su producto, que entonces permite el producto viejo competir más efectivamente con la nueva tecnología.<sup>309</sup> Cuando consideramos que muchos de los artículos del ICCPA trataban de mejorar la eficiencia de la producción del salitre, nos damos cuenta que existían patrones congruentes en esta historia con los estudios de Rosenberg.

La pregunta que entonces surge es si los químicos Chilenos habían sido completamente conscientes de los cambios de la emergente industria de nitrógeno. ¿Entendieron ellos completamente la importancia de la información que les habían proveído los delegados estadounidenses? ¿Es que los Chilenos estaban reaccionando a cambios en industrial paralelas a la suya (amoníaco) o es que su investigación meramente era el resultado natural de su deseo de mejorar la eficiencia de su industria (sodio de nitrato)?

Aunque las presentaciones estadounidenses eran directamente pertinentes a la situación nacional chilena, estas insinuaciones se habían hecho bajo otros temas cuyos prominencia podría haber escondido su significado implícito. El énfasis de la presentación de Monroe no había sido la industria de nitrato como tal, pero sobre la validez de métodos en la estadística. Parecidamente, la presentación de Kent trataba principalmente con los recursos combustibles de lento fuego; su relación con un recurso agrícola quizás no había sido clara aun cuando también se usaban en explosivos. Por lo tanto, no es muy claro si la insinuación fue detectada en todo. Ciertamente Diaz Ossa leía revistas científicas alemanes y francesas, como así lo aprecian hacer la mayoría de científicos latinoamericanos del tiempo. Pero simplemente

no podemos saber si el estaba consciente de ella, y si lo estaba, si entendió completamente su significado. Que este no parece haber hecho investigación en del proceso podría haberse dado a su ignorancia de él, os a su falta de capital.

Vistas de la infraestructura educacional ayuda proveer algunas respuestas a estas preguntas.

Si uno mira la revista científica predominante, los *Anales de la Universidad de Chile*, entre 1898 y 1916, uno encuentra que muy pocos artículos fueron publicados en la química, en gran comparación con la prominencia que tuvo la biología, las matemática, y la astronomía. Hasta el 1905, solamente hay diez artículos que tenían algo que ver con la química. Pero aun así, estos solamente están indirectamente relacionados al tema y se podrían más apropiadamente clasificarse como pertenecientes a la geología—una disciplina más en acuerdo con los intereses de la industria minera predominante en la económica. No hubieron artículos sobre la fijación de nitrógeno, y ni siquiera de la producción sintética de tinturas. Solamente dos artículos publicados en 1888 eran relacionados directamente al sodio de nitrato por Jullian Gustavo y Manuel A. Prieto, pero aun así estos se definen ‘geológicamente’.<sup>310</sup> Entre 1908 y 1916, podemos ver artículos más estrictamente en la química, pero aun así muy pocos—solamente tres en total.<sup>311</sup> Otra vez, ninguno de estos trata con el proceso Haber-Bosch, ni de aquellos de la tinte sintética. Es algo también raro que Chile todavía seguía los franceses con respecto a la química, quienes eran notoriamente atrasados en el área.

No parece que la indirecta estadounidense fue completamente entendida por los químicos chilenos.

También podemos concluir de la baja productividad de artículos químicos que una razón por la tarde entrada de Chile fue dada a la ausencia de una infraestructura intelectual como aquella se encontraba en la Alemania durante la primera década del siglo. Habían tantos químicos en el país europeo, que el mercado laboral había sido saciado, y por lo tanto significativamente reduciendo el prestigio y el ingreso de la disciplina. En 1907, el número había subido a 5,800 químico de unos 3,000 en 1895. La mayoría de estos estaban empleados en el comercio en vez de la academia, pero muchos se quejaban que, “ya no paga hacerse un químico”. Johnson caracteriza al grupo como una fuerza laboral proletaria, algo como se han convertidos los académicos hoy en día. Pero, irrespectivamente de cuan detrimental este saciamiento era para cualquier individuo, era muy bueno para el beneficio general de la industria. Un grupo laboral de adiestramiento técnico que hiciera las necesarias-pero-rutinas-y-aburridas tareas de la investigación industrial

a un bajo precio estaba disponible.<sup>312</sup>

La posición laboral del químico alemán se compara con la posición del químico chileno en su sociedad. En Chile, la disciplina obviamente tenía un estatus más significativo dada a su baja cantidad relativa a la demanda existente. El tamaño pequeño de la fuerza laboral química también probablemente hiciera que los costos de su labor eran muchos más altos. La combinación de ambos factores parece haberle hecho casi imposible obtener la labor necesaria para los laboratorios industriales.

Los orígenes de la química “moderna” en Chile son usualmente trazados a la inmigración de Ignacio Domeyko en 1838, quien había sido empleado para enseñar mineralogía en el Instituto de Coquimbo, y retirándose de un puesto universitario en 1884. Porque los estudiantes carecían los requisitos necesarios en la física y la química, Domeyko se veía forzado a enseñarles estos a sus estudiantes. Les enseñaba como distinguir entre diferentes metales, como detectar la cantidad del mineral en la formación de piedra, y otras destrezas químicas. La química parece haber recibido un estímulo grande por el descubrimiento de la mina de cobre en Caracoles (1870). Un departamento de química fue formado dentro del Instituto de Ingeniería, y expandido en 1902 cuando el número de estudiantes por clase paso los veinte y se instalado nuevos instrumentos como un horno eléctrico.

Pero durante la mayoría del siglo diecinueve, la química en Chile era una subdisciplina de las disciplinas tradicionales como la medicina, la farmacia, o la ingeniería—un patrón que también se había visto en Alemania hasta la mitad del mismo siglo. Como resultado, había muy poco químicos entrenados; aquellos interesados en el área probablemente tenían que practicar aquellas disciplinas que la usaban secundariamente.

Un estudio en 1895 de todos los institutos no-humanistas revela que de un total de 1,856 alistamiento, habían solo unos 189 estudiantes en áreas relacionadas en la química, pero otra vez estas podrían más apropiadamente clasificarse como geológicas. El Laboratorio Químico de Iquique, el único laboratorio de su tipo incluidos en el estudio, tenía solamente 18 estudiantes. Que las artes finas y la música tenían los alistamiento más grandes subestiman aun más las cifras.<sup>313</sup> La Escuela de Medicina de la Universidad trato de crear un grado formal en la farmacéutica de cuatro años (1886), pero para 1897 fueron forzados a eliminarla por falta de profesores adiestrados.<sup>314</sup> Los cursos de química orgánica, analítica y inorgánica habían sido parte de su currículo. Solamente en 1907 se crea un nuevo profesorado para la “explotación de salitre”, y la facultad de matemáticas de la Universidad de Chile también empezó a dar cursos para los técnicos del salitre. En el año antes del

ICCPA, habían un total de 166 alumnos en la escuelas practicas de minería de Copiapó, Serena y Santiago, escuelas que se habían establecido solamente en el 1894. No sería hasta la mitad del siglo que una sociedad chilena de química (1946), un congreso químico (1944) y una revista de química (1950) se crearían.<sup>315</sup>

La ‘masa crítica’ necesaria para una viable comunidad química no llegó a formarse hasta el final de la Segunda Guerra Mundial cuando la disciplina llegó a un tamaño suficientemente grande como para necesitar instituciones de cohesión. Las escuelas politécnicas de Chile durante las primeras décadas del siglo simplemente no se comparaban con las *technische Hochschulen* de Alemania, cuales habían recibido el derecho de otorgar doctorados para 1914 y cuyo moto había sido, “la prosperidad nacional se puede incrementar de no mejor manera que por la difusión... de la sabiduría científica aplicable.” Aun hoy, el número de químicos en Chile es solamente unos 400.<sup>316</sup>

Una comparación con los EE UU quizás puede poner en mejor perspectiva la situación del químico chileno. Los Estados Unidos, que si llegó a entrar la industria de fijación de nitrógeno, tenía tantos químicos que el número de subdivisiones dentro de la organización general era numerosa. Aunque en 1900 habían solamente 5 subdivisiones en la *American Chemical Society*, para la Segunda Guerra Mundial este número había crecido a 22. Entre 1890 y 1915, 500 doctorados se otorgaron en la química. Más químicos, 468, fueron nombrados en el estudio de el *American Men of Science* entre 1906 y 1944 que los 138 astrónomos, 257 botanistas, 378 zoólogos, y 377 físicos. Dos revistas de química ya se habían formado para los 1870’s, el *American Chemist* (1870), y el *Journal of American Chemical Society* (1876). Para 1893, 327 químicos ya habían publicado 1,186 artículos profesionales.<sup>317</sup>

Dado estos números, firmas como la de DuPont, parecida a aquellas en la Alemania, tuvieron una grande selección entre los cientos de químicos profesionales. Otra vez, aunque era de un gran beneficio a la industria en su totalidad, era de detrimento para el trabajador individual. En muchos casos se le daba poco crédito por su originalidad. La relación entre el director Charles Reese y Arthur La Motte en DuPont es un caso del punto—algo que ahora se ha convertido en la norma por muchos laboratorios industriales de investigación científica.<sup>318</sup>

Pero el problema de Chile, con respecto a su fuerza laboral científica, parece haber sido más crónico porque estaba situado a un nivel más profundo. No era solamente que pocos químicos eran producidos por el sistema educacional alto, sino que la clase media en su totalidad era una fracción minuta dentro de la estructura social chilena—una característica comuna a la mayoría de los países de América Latina. Aun después de

su “modernización,” para 1880 la mayoría de los trabajadores, unos 85%-90%, eran todavía mano de obra no-calificada, con una fracción del resto de 10% perteneciendo a la clase media. En 1925, las manufacturas artesanales todavía hacían un 70.7% del total del empleo industrial. Hasta para 1957, 50% de todo el empleo industria consistía de unos 70,000 pequeñas empresas. Esto significa que no solamente la mano de obra calificada necesitada para establecer tales industrias era minúscula, pero que también habían consecuentemente pocas compañías que podrían haber comprado los resultados de esta industria química. Ciertamente el valle central agrícola creaba un mercado interno para los fertilizantes del amoníaco, pero otras industrias secundarias que también utilizaban productos basados en nitrógeno no existían como en la industria automotriz en los EE UU para su contraparte industrial. Aunque la economía chilena se había convertido capitalista y así orientándose a la exportación, todavía era afectada por el legado del colonialismo hispano.<sup>319</sup>

Esto no es decir que el estado no trató de crear una clase media necesitada para la existencia de una sociedad industrial. Quizás una de las tragedias nacionales en un sentido “Shakespeareano” había sido el fracaso del Presidente Balmaceda en modernizar la nación. El bien sabía que el oro de nitrato tenía que ser invertido en infraestructuras de largo plazo o sino el país sería reducido al mismo destino que el Perú, el cual había malgastado su ingreso del guano en el consumo conspicuo de productos lujosos Europeos y en ferrocarriles que muchas veces unían juntos dos puntos en la nada.<sup>320</sup> En 1886, del ingreso chileno total de \$33M, unos \$10M fueron a trabajos públicos y unos \$2M hacia la educación. En 1888 las figuras serían \$40M (total), \$8M (trabajos públicos) y \$6M (educación); en 1890, serían \$67M, \$21M, y \$6M. La inscripción educacional dobló desde 79,000 estudiantes en 1886 a unos 150,000 en 1890. Consecuentemente, el número de instituciones educacionales rápidamente creció. El número de escuelas primarias subió de 881 en 1860 a 2,630 en 1905. Escuelas secundarias crecieron de 18 en 1860 a 167 en 1905; al nivel universitario, los números subieron de uno en 1860 a 16 para 1905.<sup>321</sup>

A pesar de estos esfuerzos, 60% de la población todavía era analfabeta en 1907. El porcentaje de la población total que se educaba subió de 2.29% en 1879 solamente a un 13% para 1895; uno no puede sino notar que estas cifras eran increíblemente bajas en comparación con la Europa. No sería hasta 1920 que la educación primaria se haría universal para todos los estudiantes. La mayoría de los cambios pedagógicos hechos al principio del siglo afectaron principalmente los liceos en vez de la universidades mismas.<sup>322</sup> Podríamos concluir que

mientras el crecimiento general educacional de la nación ciertamente ayudo a proveer una fundación para la industrialización, era obvio que todavía le faltaba mucho para construir completamente una mano de obra calificada necesaria para construir, manejar, y hacer los cambios creativos en una industria química competitiva al nivel mundial. El capital humano necesario, aparte de su contraparte financiero, simplemente no se encontraba.

Es interesante notar que solamente un 8% de la población Chilena vivía en el sector de nitratos al norte, cuan había sido un enclave controlados por los Ingleses y existiendo relativamente independiente de la sociedad que le rodeaba. Pero era un enclave que, con el desarrollo de la industria sintética del amoníaco, gradualmente retiro sus inversiones de la región. Los ingleses no eran estúpidos y podrían tan hábilmente identificar una buen negocio como podían uno malo. La posesión inglesa subió a una sima de 60% en 1895, y bajo a un 38.5% para 1912 y 23% en 1925; inversamente, la posesión chilena subió de unos 13% en 1895 a 68% en 1925.<sup>323</sup> Mientras que esto se podría caracterizar como un proceso feliz de la nacionalización donde la nación incrementalmente tomo posesión de sus recursos naturales, no lo es. Los Chilenos estaban comprando porcentajes más grandes de un producto que incrementalmente se hacia obsoleto y cuyo valor decayó drásticamente con el incremento mundial de su versión sintética. El ‘salario de Chile’ gradualmente venia de un bolsillo que se añicaba rápidamente. Los chilenos habían comprado un limón.

Podríamos también señalar que la industria de nitrato es pero un ejemplo de cuan pobremente los chilenos estaban en control de su economía nacional. Las industrias relacionadas a la química—el curtimiento, la elaboración de la cerveza, y otras—eran principalmente poseídas por nacionales extranjeros de descendencia alemana. Las más grandes industrias en si se encontraban afuera del dominio nacional aunque estaba localizados físicamente dentro de su territorio, principalmente en Valdivia.<sup>324</sup> Por ejemplo, la Compañía Alemana Industrial, que había pagado unos dividendos de 21% en 1908, había sido capitalizada en \$2.5M. Grandes fabricas alemanas, como la Refinería de Penco, procesaba 15,000 toneladas de azúcar pura en un año; rivales producían 2,500 toneladas de azúcar pura por año. En 1908, las industrias de curtido alemanas preparaban la mayoría de los 27M pesos en cueros, exportando 3M pesos en ese mismo año a la Alemania. La fabrica de zapatos de Luis Rudloff produjo 700 pares de zapatos al día, y tenía como cien empleados. Las industrias alemanas parecían haber empleado principalmente trabajadores alemanes, como se ve en el caso de Viña del Mar.<sup>325</sup>

Estas enclaves industriales extranjeras demuestran que las interacciones entre la ciencia y la economía no estaban completamente distribuidas a través de la economía chilena. Mientas que Chile ciertamente obtuvo mucha prosperidad material en forma de contribuciones (como un 50% de los costos de producción), al no entrar al mercado tempranamente en su historia ella negligió de desarrollar las fundaciones básicas del crecimiento económico. Tales fundaciones económicas hubiesen naturalmente estimulado su desarrollo científico, y a su vez, el desarrollo económico, estaban más cercanamente ligadas a la Alemania y a Inglaterra que a Chile. Si los chilenos hubiese controlado directamente sectores más grandes de las industrias relacionadas a la química, el estimulo económico para desarrollar su química hubiese sido mucho más fuerte.<sup>326</sup>

Las causas de lo tal se pueden atribuir a todos los participantes, incluyendo a los chilenos mismos.<sup>327</sup> Es probable que, empujada por sus reservas de capital crecientes de sus industrias químicas al principio del siglo, la Alemania como Bretaña busco inversiones extranjeras durante la ultima mitad del siglo. Más importante aun, es que Chile, como la Argentina, había empezado un proceso de industrialización por medio de la inmigración. Mientras que estas políticas sociales trajeron nuevas técnicas y herramientas hacia el país, no parece haber dado al mismo tipo de transferencia tecnológica que había ocurrido en los Estados Unidos durante el siglo dieciocho. Mientras que los chilenos no se iban a convertir en minorías en su propio país, como había ocurrido en Buenos Aires, sus intentos de modernización parece haber disminuido la influencia económica chilena porque no hubo una transferencia directa a los chilenos. Mientras que la política de inmigración chilena era relativamente selecta, no parece haber sido suficientemente selectiva.

Parecen haber existido otras razones por la política Chilena, privada e publica, hacia la fijación sintética del nitrógeno. Una de estas es que Chile sufría del síndrome del ‘pequeño estado’. En este sentido, los industrialistas, los lideres políticos, y los científicos chilenos eran restringidos por fuerzas sociales agregadas bastantemente fuera de su control. Aunque ellos trataron de modernizar su país, y la economía si parece haber tenido un tipo de estimulo en este proceso, hubieron otras fuerzas económicas y políticas concurrentes que inhibían el proceso a su vez. La confluencia de estos patrones antitéticos en su historia solamente parecen reforzar los patrones más amplios que se han generalizado de países en situaciones parecidas.

Es claro que Chile había sido influida por las dinámicas del pequeño estado durante el siglo, aun así cuando se considere hoy en día como un país en una categoría algo ambigua.<sup>328</sup> Chile simplemente no tuvo

una política agresiva y ofensiva, un rasgo muy típico del pequeño y vulnerable estado.<sup>329</sup> Irrespectivamente de la igualdad legal entre todas las naciones, los estados grandes tienen un gran número de medios para lograr sus objetivos. Sus grandes mercados internos, por ejemplo, significan que estos serían menos amenable a la coerción económica que los estados pequeños que casi siempre tienen que depender a un nivel más intenso de sus exportaciones para generar el capital necesario para comprar productos hechos en el extranjero. Su pequeño mercado interno y fuerza laboral no es suficientemente grande para la diversificación que se encuentra en el estado grande; no puede ser una miniatura exacta de su contraparte gigante. Esta tendencia hacia una economía exportativa del monocultivo se puede ver claramente en Chile, donde un producto había creado la mayoría significativa de su ingreso. Esta vulnerabilidad económica del pequeño estado generalmente significa que ellos no pueden tomar el lujo de posturas agresivas en la arena mundial. Mientras que Chile ciertamente tenía los medios para ir a la guerra contra pequeños estados rivales como Perú y Bolivia, la teoría sugiere que ella no podía tomar posiciones similares en la economía mundial.<sup>330</sup>

Aunque el caso de los Países Bajos demuestra que no es imposible que un pequeño estado entra al mercado de productos de capital intensivo como la industria química, el financiamiento grande que se necesita para tales empresas significa generalmente que pocas tales naciones se convertirán en productores para ese mercado. A veces, el capital que se requiere para eventualmente producir un solo producto puede ser más grande que el ingreso bruto total de un solo pequeño estado; en este sentido es verdad que la corporación multinacional rivaliza a la nación como una entidad política e organizacional. El síntesis del índigo, por ejemplo, eventualmente costó un total de como 20M DM entre 1880 y 1897, y involucró el trabajo de cientos de científicos en las compañías de BASF, Hoescht, y Bayer. Los dos procesos principales de procesar el petróleo había costado por lo menos \$15M para descubrir. Estas grandes expensas se aplican al caso de la síntesis del amoníaco también. Entre 1908 y 1918, DuPont había gastado como \$30M, mientras que el gobierno estadounidense gastó unos \$127M en sus investigaciones y en las dos fábricas del Niágara—que últimamente produjeron solamente pequeñas cantidades de la sustancia.<sup>331</sup>

Dado sus costos, solamente las grandes compañías pueden emprender la investigación y el desarrollo necesario. En 1970, compañías estadounidenses con más de 5,000 empleados constituían un 89% de toda la inversión industrial en la investigación y desarrollo científico; para 1978 la cifra había crecido a un 90%. El patrón general también se puede notar en una nación más pequeña como el Japón, en la cual

empresas con más de 3,000 empleados constituyeron 2/3 del total entre 1978 y 1979. Aun cuando consideramos solo el costo de la construcción de la fábrica, el precio de una fábrica que produzca 1,000 toneladas por día de amoníaco tampoco es barato, siendo \$30M en 1970 y \$80M en 1980. La cifra es actualmente más grande de lo que parece cuando uno considera que la norma después de 1964 era de unas 1,500 toneladas al día.<sup>332</sup>

Pero podemos notar que la abundancia de recursos tiende a promover el malgasto de recursos. Fritz Haber una vez le dijo a su huésped estadounidense que mientras los laboratorios norteamericanos tenían la habilidad de fracasar en ocho experimentos fuera de diez, dos tales fracasos en la Alemania sería una catástrofe dada sus recursos limitados. No deberíamos de presumir que la falta de grandes recursos financieros necesariamente prohíbe la entrada del estado pequeño a sectores comerciales como la industria química. Muchos países pequeños como Israel han desarrollado tales industrias locales, aunque ciertamente bajo circunstancias distendidas.<sup>333</sup> La exitosa entrada de la Corea hacia el campo entre 1961 y 1966 quizás sirve como modelo, aun así cuando sus fábricas de \$200M operaban a un 40% de la capacidad promedio mundial. Ella también sufrió problemas similares a los de Chile en que industrias complementarias no existían para comprar sus productos químicos. Pero aun así la exportación coreana del amoníaco incrementó de 61,000 toneladas en 1970 a 327,000 toneladas para 1981. Tampoco deberíamos de presumir que un estado grande necesariamente pueda ser miembro de la comunidad de industrias químicas también. Algunas naciones grandes como Brasil quizás le falten ingredientes básicos para la síntesis del amoníaco tal como el gas natural para entrar al área—un recurso servicialmente disponible en el cono sur de Chile.<sup>334</sup>

También podríamos señalar que mientras las naciones pequeñas ciertamente no tienen el lujo de entrar al área cuando las tecnologías son nuevas dados a los altos costos de investigación científica, ellos sí pueden entrar el mercado una vez que estas ya se han propiamente desarrollado—una posición ‘defensiva’ como descrita por Freedman. La mayoría de compañías, aun cuando tienen los medios para seguir estrategias más agresivas, prefieren tomar esta estrategia parasítica. Dado las ambigüedades del sistema de patentes, una compañía puede hacer cambios relativamente insignificantes a un producto genuinamente revolucionario y mercaderarlo legalmente como el suyo—y así en el proceso reduciendo sus costos de producción y la incertidumbre asociados con los nuevos productos. Mientras que estas tácticas disminuyen el carácter de una corporación en el primer mundo, tal no es el caso con las corporaciones en los países subdesarrollados

donde mucha de los recursos administrativos, científicas, y técnicas preexistentes usualmente no existen. Es simplemente más barato y moral entrar a los productos no-intermedios tarde en el juego; los innovadores para entonces habrán acumulado ganancias sustanciales y perdido su ventaja iniciales del mercado como resultado de la standardización. Que productos básicos como el amoníaco tienden a tener un numero mucho más amplio de procesos favorece al recipiente de los procedimientos de licenciatura.<sup>335</sup>

Podemos entonces reorientar nuestra pregunta. ¿Si era casi imposible que Chile entrara a la producción industrial de el amoníaco sintético antes de la Primera Guerra Mundial, porque entonces le cogió algo como sesenta año antes de que ella ni si quiera se dirigiese al asunto? Parece que ella podría haber entrado al campo alrededor de los años cuando Japón entro en los 1950's dado el tamaño incrementado de su comunidad de químicos y que las infraestructuras existentes construidas como resultado de su riqueza del nitrato. Aunque un detallado análisis se necesita para correctamente contestar esta pregunta, lo que ya se ha mencionado sugiere una contestación inicial—ella simplemente carecía la ambición de iniciarlo.

En vez de actuar como un estado independiente e innovador, Chile prefirió seguir modas cuando estos surgieron en la comunidad internacional. Quizás la estructura latinoamericana tiene mucho que ver con esto. Aunque todas estas naciones empezaron a industrializarse mucho antes que los países del Asia, fueron rápidamente desplazadas por sus competidores orientales. La cultura es un componente importante del comportamiento industrial, como Lipsett había demostrado hace un tiempo. Chile continuo a ser confidentemente asegurada de sus riquezas minerales en vez de activamente tratar de romper este paradigma económico español—aun cuando los minerales subterráneos no había constituido su ingreso primario durante el periodo colonial. La estructura económica creo un sistema social que promovía cierta actitud hacia la naturaleza, y a su vez reforzaba esta estructura económica en un ciclo vicioso—un patrón descrito por Safford. La 'longue duree' de la historia puede ser sorprendentemente persistente.<sup>336</sup>

El estímulo económico que la química chilena había sentido como resultado de su primaria industria (sodio de nitrato) también se pude observar en el caso de la Argentina. En vez de la relación que observamos entre la industria del sodio de nitrato y el desarrollo de su fisicoquímica, aquí podemos observar el estímulo que los estudios de los coloides recibió de la economía predominantemente agrícola, en particular el crecimiento de sus exportaciones de ganado. Podemos también observar las primeras claves de una industria petrolera en el futuro, y el impacto

que esta empezaba a tener en su ciencia—no importa cuan callada esta relación inicial era al tiempo. Esta sección del capítulo, en comparación con la previa, se limitara solamente a describir en vez de completamente trazar esta relaciones.

El ganado infiltra la cultura de la Argentina tal como lo ha hecho en Tejas (EE UU), pero con su propio sabor único. Con su escape accidental a los campos vastos de las Pampas donde las gramas eran tan altas como el maíz, este herbívoro se reprodujo ampliamente y exitosamente en un ambiente bastante favorable. Durante la mayoría del siglo diecinueve, su único predador había sido el hombre, el gaucho, a una escala relativamente pequeña. Charles Darwin, quien había visitado la región en sus viajes sobre el H. M. S. Beagle a medio siglo, describió esta cultura como una bárbara. Cualquier insulto menor rápidamente daba a sacar las cuchillas, vivían en viviendas tan rústicas como el bohío puertorriqueño, y ellos estaban completamente ignorantes sobre la dirección en que Londres de encontraba—la ultima que sorprendió grandemente y quizás ofendió al todavía desconocido naturalista.<sup>337</sup> Durante los años de Peron en los 1920's, la imagen del gaucho se convertiría en la idealizada de un héroe nacional. Su 'bollo' se convirtió en un símbolo de su dexteridad manual, proeza física, y hombría.

Pero seria el uso del alambre de púas (1845), la introducción de la refrigeración (1870) y la expansión de líneas de ferrocarril al final del siglo que terminarían el era del gaucho, transformando la región a una abundante y racionalmente ordenada panera. Aunque no industrializaría a la Argentina, ellos le proveerían una gran cantidad de prosperidad, poniendo aptamente a la nación dentro del esquema de John Stuart Mill sobre la especialización económica de las naciones. El gaucho, como el "cowboy" de Tejas (EE UU), seria a su fin relegado a los mitos que idealizarían un etos individualista de economías pasadas—valores cuyo ya no aplicaban apropiadamente al nuevo mundo moderno, no importa cuan grande el deseo por estos valores hubiese sido.

Sus estadísticas financieras revela mucho sobre las fuerzas económicas redefiniendo la cultura Argentina. En 1900, se exportaba 2M pesos de oro de carnes congeladas; para 1934, el numero había subido a 33M pesos de oro. Su peso actual era alrededor de 500,000 toneladas de carne congelada en 1918 y 400,000 toneladas de carne refrigerada en 1925. Mientras que en 1915, 1.4M cabezas de ganado fueron procesadas, para 1925 la cifra había casi doblado a 3.1M. Entre 1900 y 1904, los productos ganaderos hacían un 33% de los 10.8B pesos (valorizados en moneda de 1950) de exportaciones argentinas. Que el precio de su exportación subió por 90% entre 1899 y 1914 tuvo que haber proveído el tipo de impulso que la industria de computadoras

recientemente produjo en la economía estadounidense. Mientras que el porcentaje total de estas y otras exportaciones agrícolas cayó desde 91.9% a 64.5% entre 1891 y 1930, es claro que las carnes formaban el ‘pan y mantequilla’ de la nación, cuyo exportación total incremento durante el mismo periodo. Además del ganado, Argentina también exportaba 70M cabezas de ovejas en 1884, un incremento de 203% desde 1864, cual generaba \$31M en 1883. El año que se celebró el ICCPA, la Argentina todavía era una nación con una exportación primariamente agrícola. No sorprendentemente, esta influencia económica se hizo sentir en el congreso.<sup>338</sup>

De las catorce presentaciones argentinas en la química, solamente una de podría decir no haber tendía cualquier lazos particulares con alguna industria. De los que sobraban, el agrupamiento más grande, siete, tenía que ver con la química de la caseína, albúmina, o la harían—la mayoría siendo principalmente en la química coloidal. Aunque quizás no sea inmediatamente aparente cual los lazos exactos entra la ciencia y la industria relevante son hasta que se nota que ambos la caseína y la albúmina son ‘productos’ de ganado.

La caseína es una sustancia encontrada en la leche a un 3% de su masa total; la leche a su vez es una mixtura de partículas pequeñas suspendidas llamadas coloides. Eran de algún interés comercial antes de la Segunda Guerra Mundial. Usadas en la creación de pinturas de casa, los EE UU actualmente importaban 19M libras en 1917 de Argentina—un balance de comercio que cambio para 1937. La caseína también es una albúmina, una palabra usada para describir una categoría general de las proteínas. Los dos ‘productos’ no son mutuamente exclusivos.

La albúminas una proteína soluble en agua encontrada a través la mayoría de los seres vivientes, tanto como animal o vegetal, del mundo. Aquella en la sangre fue usada por Prusia (la Alemania premoderna) durante el siglo dieciocho para hacer tintas azules. Como es una proteína, y las proteínas contienen el grupo amino  $\text{NH}_2$ , se comporta parecidamente al grupo azo ( $\text{N}_2$ ) de compuestos parecidos a la anilina cuyo forman la base para una gran variedad de tintas sintéticas.<sup>339</sup> La mezcla del ácido nitroso y la anilina inicia una serie de reacciones que eventualmente dan a la formación de BASF, la primera compañía en utilizar los métodos de Haber para su fabrica de amoníaco. Era este material tan comúnmente encontrado en productos ganaderos, la albúmina, que recibió la más grande atención de los químicos argentinos.<sup>340</sup>

Sus relativamente menores, pero no insignificantes, experimentos consistían principalmente en averiguar más información sobre las propiedades físicas de sustancias. Estos experimentos no probaban

hipótesis pero principalmente recopilaban hechos y cifras lo cual esperadamente serian útiles algún tiempo en el futuro. Como tal, estos reflejan muchos de los estudios que tenían lazos a la industria petrolera en el futuro, lo cual será discutido más tarde. El propósito de esta investigación científica de sustancias económicamente valubles era abiertamente y explícitamente hechas por los científicos envueltos.

Los experimentos conducidos para el ministerio de agricultura local por Enrique Herrero Ducloux recopilaba información sobre el calor de combustión de la mantequilla, cual el pensaba se podía usar como prueba de su calidad. Este encontró que el valor variaba entre 9.878,8 y 9.787,1 calorías por gramo, que su índice de refracción a 40°C era 1.4545, y que su índice de “saponificación” era 225. El Dr. Martiniano Leguizamón también trato de averiguar constantes físicos parecidos, pero para el aceite de madera de la China. Los aceites protegen la madera por ellos se enlazan con las moléculas de oxígeno para saturar sus valencias libres. A pesar de su valor económico, muy poco se sabia de sus propiedades. Leguizamón, Químico de Primera de la Oficina Química Nacional de Buenos Aires, encontró 18 rasgos diferentes, tal como que su punto de congelamiento era -16°C, que el cloruro no tenía efecto, y que no tenía  $\text{H}_2\text{S}$ —algo no muy común para aceites de su tipo. Parecidamente, la ‘seda de caseína’ tenían un comercio tan grande de 33M kilos al año, que Leguizamón también pensaba que, “su estudio y la investigación de sus constantes tendría un doble interés industrial y científico.” La seda artificial cambiaba violeta bajo los ácidos hidroclicóricos y sulfúricos fríos, amarilla bajo el “Licor de Millón”, pero se disolvía bajo ácido acético (vinagre).<sup>341</sup>

Pero hubieron otra categoría de experimentos que eran de mucha más alta calidad en términos de su originalidad. Como Ducloux menciona en su reporte, “No, la ciencia argentina tiene médula y es algo más que un reflejo pálido de la ciencia europea; la nueva generación de hombres de estudio merece ser considerada en el mundo intelectual.”<sup>342</sup> Las cuatro presentaciones hechas por Horacio Damianovich quizás son las más interesantes no solamente porque estamos observando el examen activo de teorías nuevas, pero que también trataban con uno de los productos más prominentes de la región: la albúmina.

Damianovich, que trabajaba en el laboratorio de la Oficina Química Nacional de Buenos Aires, explicó que habían muchas maneras diferentes de estudiar las proteínas.<sup>343</sup> Uno de los problemas con el método típico del análisis-síntesis era que destruía la proteína involucrada, aunque revelaba algunos de los aminoácidos constituyentes. El creía que el planteamiento más fructífero a la química orgánica consistía en alterar las estructura física de la proteína sin actualmente destruirla; en otras

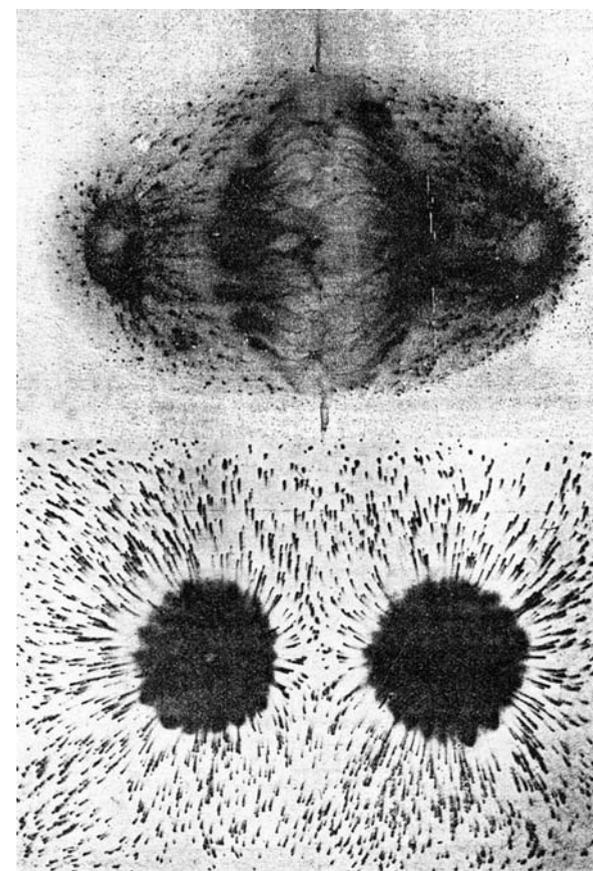
palabras, hacerla reaccionar con otras sustancias daba claves sobre su estructura interna. De acuerdo a Damianovich, el método todavía estaba en su infancia. “El arduo problema que envuelve la tan discutida constitución de los albuminoides, á pesar de los numerosos trabajos hechos en estos últimos dos años, está muy lejos de ser resuelto.”<sup>344</sup> Los mundos del físico y del químico no eran tan diferente después de todo.

Un experimento en particular consistía en cambiar la albúmina de un huevo a un tinte rojo.<sup>345</sup> Esto se lograba al mezclar con el 1) una solución de nitrito sódico, 2) ácido hidroclicórico, 3) y con alfa-naftol en una serie consecutivas de etapas que luego fueron interpretadas por Damianovich por la siguientes ecuaciones:<sup>346</sup>



El creía que la primera mescla producía el grupo básico azo ( $-\text{N}=\text{N}-$ ) o ‘diazalbuminoidea’, que entonces servía como la fundación para las reacciones consecuentes. Que él podía manipular químicamente los componentes para obtener eventualmente una sustancia bien conocida de tintes azos enseña que procedimientos químicos parecidos habían ocurrido como cuando el fenol se trataba con ácido nítrico. Cuando la albúmina en la leche o lana es tratada similarmente, un tinte rojo también se obtiene. Era importante notar que el efecto de la luz después del tratamiento con el nitrato sódico en la etapa (1) podría prevenir el enlace fenol en la etapa (3), y por lo tanto alterar los resultados del experimento que habían sido procesados en una cámara oscura. Para asesorarse, otros exámenes como el de la espectroscopia se hicieron para verificar la exactitud de sus ecuaciones.<sup>347</sup>

En otros experimentos, Damianovich creía que él podía modelar el proceso de la división celular y la interacción de las líneas de fuerza Faraday por medio de una combinación de tintes. Localizados en una base gelatinosa, los varios tintes repelían o atraían uno al otro, produciendo una fotografía que sorprendentemente se asemejaba a sus contrapartes biológico y magnéticos. Los tintes violeta y verdes atraían uno al otro, mientras que el verde y la fuscina tenían el efecto opuesto. Aunque el experimento no consistía de un estudio de la materia actual bajo consideración, al dar un comportamiento parecido, Damianovich pensaba que el experimento podía dilucidar estos procesos.<sup>348</sup> Cual sería esa dilucidación no fue explorada por él.



**Figura 26: Modelo químico de líneas Faraday y mitosis, Damianovich**

El mérito científico de este experimento en particular es altamente dudable no importa cuán interesante sus fundaciones filosóficas o efectos visuales hayan sido. Esto se compara con sus otros estudios sobre la influencia directa que los tintes coloidales tenían sobre la germinación y los microorganismos, muchos de los cuales morían a la exposición porque el albúmina en el tejido viviente reaccionaba con los compuestos de los tintes.<sup>349</sup>

Podríamos hacer algunas breves comparaciones entre la ciencia coloidal y la industria ganadera en Argentina con las interacciones entre la ciencia y la economía de Alemania. ¿Podrían estas investigaciones haber dado a una revolución en la economía argentina con corporaciones como IG Farben? La información mencionada sugiere que esto no era una posibilidad. El milagro económico alemán se daba a las fundaciones

amplias de sus recursos de carbón. La química orgánica era muy valuable exactamente porque, por sus descubrimientos, podía transformar estos abundantes recursos minerales a comodidades tangibles como las tinturas, fertilizantes, etcétera. Pero el caso de la Argentina enseñaba el patrón opuesto. Tejido complejo de seres vivientes—pollos, ovejas, o ganado—obviamente no podría haber dado a las mismas economías de escala. En comparación, no importaba que fuese del carbón, el petróleo, o el gas natural, la fundación material ya había sido creada y el hombre solamente tenía que químicamente jugar con estos recursos para obtener sus comodidades. En el caso de los animales, que tenían que ser alimentados, tratados médicamente, y crecidos, el esquema de inversión y ganancias simplemente desfavorecía su implementación si tal hubiese sido el intento.

Aun así, podemos concluir de los ejemplos previos, que un ímpetu económica, una “construcción social”, estaba estimulando el desarrollo de su química orgánica y coloidal. Pero no se puede argumentar que era una construcción de tipo “fuerte”.<sup>350</sup> Como los mismos científicos admitían, ellos estaban escogiendo a propósito tales investigaciones; no era el resultado de algunas fuerzas profundas de las cuales ellos no estaban conscientes pero sino el resultado de su acción voluntaria. Como tal, el ejemplo sugiere que los argumentos “internalistas” y “externalistas” no son mutuamente exclusivos. Un científico es afectado por su sociedad porque este conscientemente escoge ser afectado.

Existe más evidencia para esta conclusión. Mucho antes de que la influencia de una particular industria se podría sentir en la economía, científicos ya estaban orientando sus investigaciones hacia esa industria. En otras palabras, ellos conscientemente organizaron sus actividades hacia objetivos que ayudarían asegurar el desarrollo exitoso de una industria que todavía no había nacido. Porque era una actividad intencional, no tenía que esperar hasta que una industria emergiera antes de que actuase. Esta dinámica se ve claramente en el caso de la industria petrolera en Argentina.

En 1908 Argentina no tenía una industria petrolera, ni de origen extranjero o nativo. El sitio más grande en Comodoro Rivadavia había sido descubierto solamente el año anterior (1908). Eventualmente enseñaría reservas probadas de 136.4 millones de metros cúbico en 1969, y dar 1 billón barriles de petróleo para 1982. Pero el sitio no sería inmediatamente desarrollado porque la Argentina carecía de los medios necesarios, mientras que otras naciones como los EE UU carecían la voluntad.

Aunque *Standard Oil* era el más grande de tales monopolios en el mundo en su tiempo, simplemente tenía pocos incentivos para explorar

y aprovechar estas reservas cerca de La Plata antes de la Primera Guerra Mundial. La compañía estaba exitosamente construyendo su propia industria doméstica, corriendo una ola de la demanda creada por el barato automóvil Ford de 1904. En contraste con aquellas compañías en pequeñas naciones como Inglaterra o Bélgica, compañías en naciones grandes como los EE UU no tienen que ser imperialistas o expansionistas fuera de las fronteras nacionales simplemente porque ya existe un mercado amplio dentro de estas fronteras, como mencionado anteriormente. La eficiencia del sistema de transportación, los ricos recursos de materiales primarios, y el ambiente de negocio favorable proveía muchas ‘zanahorias’ que mantuvo Standard dentro del territorio estadounidense. Para 1904, ya estaba produciendo 84.7% de la producción petrolífera total en los EE UU con ganancias enormes. La corporación tanto como la nación podría confiadamente mantener su posición pública del aislacionismo sin tener que preocuparse se repercusiones dañinas.

Solamente fue cuando estas “zanahorias” empezaron a disminuirse, como ocurrió con el *Sherman Antitrust Act* de 1911 removiendo las reservas de Stanford, que la compañía empezó a mirar hacia el extranjero para nuevas oportunidades. La guerra también ayudó a muchos darse cuenta de que no era en el interés nacional usar sus propias reservas; era mejor guardar estas para un día lluvioso. Pero lo que esto significa simplemente es que la Argentina en 1908 era una nación que importaba petróleo, no que lo exportaba o que era autosuficiente en ella.<sup>351</sup>

“Milagrosamente” (dentro de un esquema socio-constructivista) la influencia de una industria que todavía no había nacido se sintió en el ICCPA. Como muchos misterios atómicos de la física cuántica, nuestro sujeto había reaccionado antes de la apariencia de su objeto. Pero nuestro caso histórico solamente parece milagroso porque se ha contextualizado inapropiadamente.

La presentación científica más obviamente relacionada a la industria petrolera era la de Ernesto Longobardi que presentó un capítulo poco original de su disertación doctoral. Longobardi, miembro de la Oficina Química Nacional de Buenos Aires hizo un listado de los sitios por Argentina donde el recurso se encontraba: Jujuy, Salta, Mendoza, Neuquén, y Chubut.<sup>352</sup>

Otras presentaciones, tales como la Ducloux en la hidrología, no revelan inmediatamente su conexión a aquella industria, y ni siquiera George Philips quien escribió una larga historia de la industria de petróleo en América Latina, pudo detectarlo.<sup>353</sup> Como sus previas presentaciones de constantes físicas, Ducloux meramente provee datos sobre el estado químico y físico de los lagos y ríos de su nación. Por

ejemplo, podemos encontrar que en la provincia de Catamarca, una región montañosa cerca de la frontera norteña de Chile, micro elementos en el agua incluían ácidos (nitrícos, sulfúricos, bórico), óxidos (aluminio, calcio, potasio), amoníaco, y carbonatos (hierro y magnesio). La lectura de Jorge Magnin sobre las soluciones filtradas de azufre quizás tampoco parecen estar directamente relacionadas a la industria del petróleo.<sup>354</sup>

Pero cuando uno considera que, en comparación con nuestra era, la mayoría de los posos en 1900 eran ‘llanos’ de 2,500 pies bajo la tierra, y que el azufre es un ingrediente siempre presente en el petróleo, la conexión se hace más clara.<sup>355</sup> La identificación de cuerpos de agua con alto contenido sulfúrico indicaba la potencial presencia del petróleo que saturaba la tierra debajo de este cuerpo. Como Longobardi explico, era este proceso que se había usado para identificar lugares tales como los que se encontraban en Salta. Cuando Brackenbusch había viajado a la provincia cercana de Jujuy en 1881, el llamó, “la atención [a] la existencia de fuentes de agua sulfurosa cerca de los puntos donde el petróleo surgía del suelo en forma de un alquitrán negro...” Aun cuando las reservas eventualmente desarrolladas en esta región en el norte eran mucho más pequeños que los de Rivadavia, ellos eran grande suficiente como para motivar la compra de *Standard Oil* de unos 22,000 hectáreas en los 1920’s.<sup>356</sup> Los estudios comprensivos de Ducloux, cual menciona estudios de Rivadavia de 1906, por lo tanto se pueden considerar como contribuyente a las industria petrolera de Argentina. La influencia de la economía en la ciencia es bastante clara.<sup>357</sup>

Pero si se va a criticar a alguien, debería de ser no la industria petrolera estadounidense sino los científicos latinoamericanos por su naivété. Antes de los 1990’s, la exploración constituían los costos y riesgos más altos de la industria. J. Stanley Clark, promovedor de la industria, explico que mientras que una compañía tenía que taladras más profundamente en búsqueda de petróleo, los costos incrementaban desde \$20.54 por cada pie a \$105.91 bajo 15,000 pies. “La exploración no solamente es sumamente especulativa y costosa, pero la producción también no necesariamente da garantía de una gran ganancia.”<sup>358</sup>

Científicos como Ducloux y Languizamon no se dieron cuenta que al proveer fácilmente esta información, ellos grandemente reducían el riesgo y costo a la industria petrolera estadounidense por un margen muy grande e inestimable. Era aquel tipo de ganancia intangible al que no se podía cobrar impuestos por el estado argentino porque envolvía la reducción de costos corporativos cuales no dieron lugar dado a la misma transferencia de información; sin ella, *Standard Oil* hubiese tenido que haber gastado muchos más recursos de lo que actualmente hizo. Buscando por una aguja en un pajar no es difícil cuando otra persona le

entrega la misma agua. Podríamos fácilmente argumentar que antes de que el nacionalista Augusto Bunge criticó a Standard en Salta por haber monopolizado el territorio local, el “crimen” ya había ocurrido hace mucho tiempo.

Para los 1920’s cuando Bunge llevo su querrela a corte contra la compañía, las adquisiciones territoriales de Standard no se podían criticar justamente porque era simplemente una postura defensiva. Como les había pasado a muchas compañías petroleras en México, los dueños de territorio tendían a radicalmente subir los precios de terreno una vez que habían oído de su importancia.<sup>359</sup> Solamente al comprar territorio antes del surge en la conciencia publica de los existentes recursos petroleros en el subsuelo es que Standard podía obtener costos de producción viables. Irónicamente, era cuando el ambiente económico no había totalmente afectado el científico, era que la industria ganaría tremendas concesiones del aquel espíritu científico y creencia en el libre intercambio de información y conocimiento.

Pero los científicos latinoamericanos proveían libremente la información solamente porque estaban actuando como los científicos se tratan a si mismos; ellos simplemente no sabían mejor. A pesar del hecho que los congresos no fueron hechos para estimular la ciencia pura básica como tal, las actitudes y valores que caracterizaba esta ciencia permeaba todos los Congresos Científicos Pan-Americanos y sus más limitados predecesores. Ellos abiertamente y libremente presentaban los resultados de su investigación, de la cual la mayoría de observantes extranjeros—ingleses, franceses, y norteamericanos— beneficiaban. Muchos participantes locales no se daban cuenta de que tales valores conflían con los objetivos explícitos del congreso: las aplicaciones practicas a la economía latinoamericana. Algo paradójico, estos casos enseñan que aunque los científicos latinoamericanos trataron de ser ‘técnicos’ no podían pero ser ‘científicos’.

### Cientismo tecnológico: Variables de factor en la difusión y desarrollo de la ciencia en América Latina

*Nueva España no busco ni invento;  
aplicó y se adaptó.*  
—Octavio Paz

Se pueden hacer dos aparentemente conflictivas pero validas observaciones con respecto al impacto de los CCPAs. Por un lado, los CCPAs no parecen haber tenido un impacto de largo plazo en la región. Aun cuando inspiró alguna esperanza en el futuro, las tendencias intelectuales que precedieron a los congresos no fueron significativamente alteradas. Una distintiva y autónoma “revolución científica” no emergió. Aunque algunos institutos y agendas de investigación fueron iniciados, parece no haber emergido un cambio significativo en el estilo científico de la región hasta la Segunda Guerra Mundial. Aunque hubieron unas importantes excepciones que participaron en los CCPAs, ellos solamente eran eso—una excepción. Las naciones latinoamericanas no llegaron a la etapa bautizada por George Basalla como el ‘punto de lanzamiento’, y solo habían hecho la ciencia existente disponible para propósitos prácticos: recopilando información sobre terremotos, la creación de uso horario, etcétera. Esto no sugiere que los dos objetivos eran incompatibles. Pero las mismas propuestas hechas congreso tras congreso sugiere que, a pesar de las llamadas para el cambio, poco progreso auténtico se estaba haciendo aun en los niveles más simples. Parece no haber un intento de desarrollar una ciencia progresiva que se desarrollara continuamente.

Por otro lado, no puede haber ninguna duda que los congresos fueron exitosos en transmitir los últimos adelantos científicos a América Latina. La entrada de los Estados Unidos a los congresos aumentó significativamente la calidad de la ciencia discutida en estos foros cuando los comparamos con los CCLAs que le precedieron. Como tal, el nuevo ‘panamericanismo’ no era muy diferente de la ‘revolución científica’

iniciada por Bailey K. Ashford en Puerto Rico; abrió nuevas vistas y oportunidades aun cuando no lo cambió repentinamente.<sup>360</sup> A. A. Michelson le dio a su audiencia la herramienta que había revolucionado la física, la química, y la astronomía: el espectroscopio. H. D. Curtis discutió las nuevas técnicas que estaban ayudando a establecer la naturaleza del cosmos, aunque este trabajo no culminaría hasta la investigación de Hubble en 1925. W. B. Smith discutió algunos de los más recientes adelantos en la nueva física perteneciente a la estructura del átomo, trabajo que no se consolidaría hasta la obra maestra de Bohr en 1911. En la química, Monroe advirtió de nuevos procesos de la fijación del nitrógeno que habían sido descubiertos. Estos eran pero unos pocos ejemplos de varios en la cual América Latina se benefició directamente de la participación estadounidense en los congresos—beneficios de una nación que se habían hecho recientemente el casi igual de su contraparte científico europeo.

¿Como se puede resolver la disparidad entre estas dos observaciones?

Nuestras conclusiones sobre el éxito de los CCPAs dependen en parte de como la palabra ‘difusión’ es definida. Si uno usa el término en su definición estricta, o sea un intercambio de información donde el receptor obtiene conciencia de nuevas ideas y métodos, entonces uno puede decir que los CCPAs efectivamente tuvieron un impacto tremendo en la región. Puso en contacto las mentes principales de las dos regiones, en la cual cada compartió con el otro lo mejor que tenían que ofrecer. Los CCPAs lograron lo que se había dicho que iban a lograr, y en cierto sentido eso es todo de lo que se puede justamente juzgar sobre los congresos como tal.

También podríamos señalar que cualquier conclusiones llegadas en este estudio se aplican principalmente a Chile, ya que se ha seguido con cierta profundidad en comparación con las otras naciones. Obviamente un estudio más comprensivo hubiese incluido a los demás países, pero el autor no cree que esto altera las conclusiones presentadas. A pesar de las muchas similitudes entre las naciones latinoamericanas, los países del cono sur al principio del siglo parecen haber sobrepasado científicamente sus vecinos del continente debido una política de inmigración favorable, en particular con respecto a los ciudadanos alemanes.<sup>361</sup> Como los CCPAs demuestran, la brecha no era una muy ancha como aquella que existía entre la ciencia europeo con la ciencia africana o china, pero era una mucho más pequeña entre Europa y los estados europeizados. Los científicos locales producían trabajo relativamente significativo: europeos latinoamericanizados como Marcel Lachaud propusieron soluciones ingeniosas a problemas que habían dejado perplejo al

mundo de la física y nativos europeizados tal como Bernardo Díaz Ossa indagaron sobre las propiedades del salitre. Que es relativamente difícil diferenciar la calidad del trabajo de los dos hombres, un extranjero y un local, atestigua sobre la similitud de sus mundos científicos.

Esta atraso mínimo científico entre los estados del cono sur y Norteamérica significa que si los CCPAs fuesen a tener un efecto en fomentar la etapa de ‘levantamiento’ de la ciencia latinoamericana, es muy probable que se hubiesen visto en alguno de estos países.<sup>362</sup> Pero, más importante aun, esto otra vez sugiere la pregunta disturbante: ¿porque, si la transferencia de información entre naciones a relativamente cerca paridad había ocurrido, estas no convirtieron a las naciones como Chile en competidores viables en la carrera científica mundial del siglo veinte? Que tal no llegó a pasar en Chile hasta mediados de siglo, en ambos la física y la química, sugiere que los CCPAs no habían tenido suficiente estímulo en la región total. Lo mismo se podría decir de la Argentina, pero con algunas condiciones. ¿Como se explica esto?<sup>363</sup>

Hay varios modelos que se han propuesto para explicar la expansión de la ciencia occidental. ¿Cuan iluminante son estos de nuestro caso histórico? El modelo de George Basalla es uno de los más citado en la literatura. Como el agua, que bajo ciertas condiciones puede estar en los tres estados físicos a una misma vez, Chile parece haber estado en las tres etapas en 1908.

Obviamente, no puede haber duda que la primera etapa de la ciencia colonial existía. Como hemos visto, había un énfasis tremendo en lo práctico, y la mayoría de los practicantes científicos no eran nativos de Chile sino emigrantes alemanes. Se le daba poca prominencia a la ciencia pura- teórica, y el énfasis más grande estaba en la biología, la geología, y al astronomía—esta última se usaba principalmente por su función cartográfica.

Es claro también que Chile se estaba moviendo a una mayor independencia científica—la segunda etapa de Basalla. Habían héroes científicos que trataban de competir con la metrópolis, no importa cuan fracasados sus intentos habían sido. Aquí, la función del extranjero es difícil de discernir, y no está tan definida como Basalla expone. Mientras que aquellos como Ristenpart caen dentro de la primera etapa porque publicaban principalmente en Alemania y se identificaban completamente con la ciencia de la metrópolis, líderes como Obrecht claramente no se pueden clasificar bajo la misma categoría. Obrecht se había convertido en un chileno al identificarse principalmente con la periferia. Por ejemplo, 1) no publicaba en Europa sino principalmente dentro de las revistas de la nación, 2) su trabajo era hecho más para el beneficio del estado que de la ciencia como tal, y 3) hubo una

orientación muy fuerte hacia lo chileno en su retórica científica. Aunque Obrecht era de descendencia francesa y había sido entrenado en esta metrópolis, para todos propósitos se había convertido en un científico de la periferia. Un proceso parecido parece haber pasado con Lachaud.<sup>364</sup> Podemos también encontrar que los fondos, incrementalmente disponibles para la educación y los emergentes congresos científicos nacionales o los internacionales, sirven como clara indicación que Chile trataba de establecer centros científicos en su propio país. Chile estaba firmemente localizado en la segunda etapa de Basalla. Pero, ¿se puede decir también que la nación también había entrado en la etapa de “levantamiento”? No, no lo había hecho. Chile a principios de siglo no producía saber científico reconocido mundialmente.

Aun así, se tiene que notar que habían profundas corrientes empujándola en esa dirección proviniendo de su economía. En contraste con Australia, cuyo recesión económica había subestimado su economía extractiva en 1890, Chile al principio del siglo había empezado un periodo de prosperidad económica basada en sus depósitos minerales de nitrato.<sup>365</sup> Era muy claro que esta economía proveyó lo que Ian Inkster identifica como una “infraestructura” (sea cultural, institucional, o económica) que sirvió como base de sus actividades científicas. Hombres como Díaz Ossa, Moriozot y Rochefort habían sido claramente estimulados por estas corrientes. Era un estímulo independiente del ímpetu sociológico interno procediendo de la competencia internacional, como descrita por Gyincki. O sea, la economía ‘externalista’ proveía una motivación ‘internalista’ que era relativamente independiente de la relación ‘externa’ con los colegios invisibles e ‘internos’ de la ciencia. Funcionaba a promover un ‘levantamiento’ científico en un sentido porque la estimulaba independientemente de su posición internacional científica con respecto a los otros poderes científicos; una identidad periférica no se había hecho como una prominente característica negativa mental del químico chileno. Esto no parece haber sido el caso con el físico chileno.<sup>366</sup>

Esto es todo lo que el modelo de Basalla nos dice sobre el proceso de difusión. El modelo es problemático por su estructura a-causal. Hay poco dentro del modelo para acontecer por las dinámicas internas de estos procesos, no importa cuán bien esta describa el esquema general.<sup>367</sup> Los primeros estudios de Lewis Pyenson también son altamente sugestivos. La ‘transmisión incompleta’ descrita de Buenos Aires al principio del siglo es una caracterización altamente apropiada a la ciencia que se encontraba en Santiago (Chile) al principio del siglo, y ciertamente comparten mucha similitudes.<sup>368</sup> Pero como el trabajo de Basalla, es desafortunado que sus ideas no fueron más cuidadosamente e

rigurosamente desarrolladas en sus consecuentes escritos, que recibieron fuertes críticas.<sup>369</sup> Otros modelos, aunque también sugestivos, tratan muy estrictamente con generalidades en vez de con los medios actuales por la cual la ciencia avanza. No parecen tener el nivel de detalle factual necesario para un asesoramiento realista del proceso. Pero hay una excepción.<sup>370</sup>

El más útil para nuestro análisis de nuestro tema, parece ser aquel por R.G.A. Dolby publicado en 1977—un modelo que raramente es citado en la literatura y cual parece haber sido fuertemente marginalizado.<sup>371</sup>

Dolby explica que la transmisión de ideas no es necesariamente lo mismo que la difusión de la ciencia—un problema que también había afectado muchos estudios tempranos en la historia de la tecnología.<sup>372</sup> Es una distinción importante análoga a la que se hace entre la invención y la innovación de una tecnología. Hasta que las nuevas ideas no sean incorporadas dentro de la investigación actual en un nuevo local, uno no puede alegar que la idea todavía se haya difundido a la región. Prácticamente, no presencia, es el único criterio de la transmisión. Su artículo describe los factores que afectan, positivamente o negativamente, la transferencia de una idea y su exploración a una comunidad periférica. Como tal, el modelo puede acontecer por los rasgos transitorios del modelo de Basalla, y a su vez, de nuestro caso histórico.

Pero, antes de discutir el modelo de Dolby, el capítulo primero describirá los factores inhibitorios que se podían observar en los recursos primarios. Mientras que algunos de estos se han aludido brevemente en capítulos previos, se discutirán en más detalle aquí. Luego, serán integrados al esquema de Dolby para presentar una explicación más rigurosa sobre el ‘porque no’ de la ciencia en América Latina.

Los congresos científicos demostraron que, aunque los científicos latinoamericanos se estaban profesionalizando, la práctica de la ciencia todavía estaba dominada por aquellas profesiones bien establecidas, de poco riesgo y alta remuneración fuera de la ciencia: la medicina, la ley, y la ingeniería.<sup>373</sup> En otras palabras, los latinoamericanos al principio del siglo generalmente no escogían a la ciencia como una vocación—un problema que también había afectado a la química francesa durante el mismo periodo y cual fue típico en Inglaterra durante la Revolución Científica.<sup>374</sup> Es claro que este rasgo había tenido un tremendo impacto en el crecimiento de la ciencia como un cuerpo de instituciones e ideas en la región. Mientras más pequeño el número de individuales se dedicaban a la ciencia, más lentamente sería su progreso como un grupo de ideas. Se podía ver a través de todos los CCLAs y CCPAs.

El ICCLA fue dominado completamente por hombres profesionales. Mientras que los ingenieros tendían a presentar trabajos en las

matemáticas, los doctores tendían a cubrir la historia natural. Por ejemplo, el ingeniero Federico Villarreal de Perú, Eugenio Tornow, y Carlos Honore presentaron trabajos sobre la “Geometrías no euclidianas”, “Nuevos métodos de división de polígonos”, y la gravedad respectivamente. Médicos como Carlos Berg y Eduardo L Holmberg dieron lecturas sobre “Nuevos datos referentes al cultivo de hongos por las hormigas fitófagas” y “La fauna argentina”. Sus ejemplos eran la norma. También es interesante notar que todos los miembros del comité ejecutivo también pertenecían a una de estas profesiones. Hubieron muy pocos ‘científicos’ como tal.<sup>375</sup>

El 2CCLA demostró el mismo patrón. Durante la sesión de apertura, aquellos que hablaron en la tarima estaban relacionados de una forma o otra con la medicina: El profesor José Arechavaleta, presidente del comité organizador, Dr. Roberto Wernicke, Doctor Manuel B. Otero, Doctor Cornado, Dr. Victorino Pereira, Doctor Emilio Pimentel, Doctor Pablo Patrón, Dr. Cecilio Báez, y finalmente el Dr. Cobos. De los 31 miembros del comité ejecutivo del congreso, siete eran abogados, cinco eran ingenieros, y catorce eran médicos—formando un total de 70% profesionales no- científicos.<sup>376</sup> Igualmente, 73% de los que estaban en el comité organizador del 3CCLA también pertenecían a estos mismos grupos profesionales. No hubo ningunas asociaciones científicas representando a Venezuela en ese congreso.<sup>377</sup> De los once nombres mencionados en la sección de la biología de un congreso científico realizado en 1910, siete de estos eran doctores, y solamente cuatro habían sido profesores universitarios.

Por lo tanto, no debemos de sorprendernos que el 4CCLA/ICCPA también demostró la misma prominencia de profesionales no-científicos. De los 1,850 delegados listados por Poirier, la mayoría habían sido hombres (94%) que eran abogados (20%), ingenieros (18%), o doctores (17%) para hacer un total de 55%. Aunque se puede notar que habían mucho más científicos en este congresos que en los que le precedieron, tal alegación miscaracterizaría en nivel de profesionalización científica. Mientras que la distribución total empezó a cambiar hacia un incrementante profesionalismo de las disciplinas científicas, solamente un 21% del total habían sido profesores universitarios. En comparación con nuestra época, el numero es increíblemente bajo. Uno no se podría imagina una conferencia hoy en día donde los miembros formales de la profesión eran una minoría dentro de sus propias reuniones anuales.<sup>378</sup>

Podemos también notar que los latinoamericanos al principio del siglo no parecen haber valorizado la ciencia como una arena de logro académico, como lo demuestra los casos chilenos. Una inspección de los autores en los *Anales de la Universidad de Chile* entre 1900 y

1930 revela que había una división étnica con respecto a la preferencia de temas.<sup>379</sup> Mientras que los alemanes escribían la mayoría de los artículos científicos, un 73.48%, la mayoría de los académicos chilenos preferían temas relacionados a las humanidades, con un 84.84%. Es algo extraordinario la manera en que cada grupo étnico inversamente reflejaban al otro. Mientras que los chilenos demostraban una antipatía a la ciencia, con solamente un 26.15% de su autoría, los alemanes también demostraban la misma propensidad negativa hacia las humanidades, con un 15.15%. Cifras muy parecidas aparecen entre 1888 y 1899: 82.18% de artículos científicos eran de autoría alemana, mientras que un 75.48% de artículos en las humanidades eran escritos por Chilenos. Cuando combinamos la data, uno obtiene una imagen más simétrica aun. El paradigma de C. P. Snow con respecto a las dos culturas se podía ver no solamente sobre líneas disciplinarias, sino que también sobre grupos culturales que casi idénticamente seguían estas divisiones académicas. Es fácil ver porque declaraciones perjudiciales (‘culturismo’ en vez de ‘racismo’) pueden haber surgido como resultado.<sup>380</sup>

Disciplina	Origen Chileno	Origen Alemán
Ciencias	35 (21 %)	131 (79%)
Humanidades	229 (80 %)	58 (20%)
Medicina/ Tecnología	44	10

**Tabla 3: Distribución nacional de autores en los *Anales*, 1899-1930.**

Una inspección de los diplomas universitarios otorgados en Chile demuestra los mismos patrones. Había una fuerte propensidad de escoger a las humanidades por los estudiantes chilenos, en comparación con los grados científicos. Entre 1890 y 1921, solamente un 4.72% de los diplomas otorgados habían sido en la ciencia (no incluyendo la medicina ni la ingeniería) en contraste con la cifra significativamente más alta en las humanidades de un 74.41%. Como las cifras para la ciencia fluctuaban entre en 12% y un 2% en 1904 y 1920 respectivamente, parece haber una disminución en vez de un incremento en los números de estudiantes de la ciencia.<sup>381</sup> Mejoras que se habían hecho durante el periodo del gobierno de Balmaceda parecen haberse desvanecido gradualmente.<sup>382</sup>

Años	Ciencias	Humanidades	Tecnología	Medicina
1890	26	379	15	56
1891	19	280	3	59
1892	43	406	3	100
1900	43	354	12	83
1901	33	379	17	63
1902	33	321	12	47
1903	32	365	16	66
1904 (a)	45	282	4	47
1904 (b)	15	115	4	39
1919	58	1135	35	246
1920	20	1004	43	316
1921	23	1128	44	368

**Tabla 4: Bachilleratos de Universidad de Chile, años selectos.**<sup>383</sup>

La estructura cultural latinoamericana le daba más énfasis a la aplicación práctica—un patrón que también se podía ver en los contenidos internos de las presentaciones y reuniones de los congresos. La ciencia básica, o lo que la mayoría llamaría ‘ciencia’ como tal, increíblemente no fue valorada por los mismos delegados ya que no se había puesto en el rango más alto de las prioridades del congreso. Estas asunciones, explícita y implícita, se podían encontrar por los documentos. Otra vez, la orientación predominante de sus organizadores y delegados, quizás no nos debería de sorprender.

Por ejemplo, aunque los congresos tenían propósitos múltiples tal como el mejoramiento de relaciones diplomáticas entre las naciones presentes, el énfasis predominante había sido la búsqueda de soluciones prácticas a problemas específicos de la región. Como comentó Leo Rowe, los congresos se habían formado, “con el propósito de comparar los resultados de las investigaciones, y el intercambio de opiniones sobre la mejor solución a los problemas políticos, sociales, educacionales e tecnológicos particulares a Norte y Sudamérica...La idea básica de todas las sesiones había sido el énfasis puesto en estos problemas distintivos americanos.” El “congreso de Santiago”, dijo Rowe, “demostraba que la investigación científica en la América Latina, se dirige principalmente a la solución de problemas distintivamente

nacionales.” Como podemos observar, el énfasis no fue localizado en extender las fronteras del conocimiento científico, sino en la aplicación de una base ya existente.<sup>384</sup>

Era claro que Rowe repitió lo que ya se le había informado por el comité organizador del ICCPA. Durante las deliberaciones previas, el comité le mandó una carta a Rowe informándole que el propósito del congreso había sido, “en formar en este continente una mentalidad americana con líneas definidas y tendencias propias, capaz por sí sola de dar solución a muchos problemas que por ser, netamente de índole americana, han menester ser estudiados y resueltos...” Este énfasis también se puede notar en el 3CCLA. Antes de obtener su importante posición en el ICCPA, Poirier había similarmente mencionado que el propósito del congreso había sido para la, “de aquisencia ás soluções practicas o solidarias a que devem propender as nossas democracias latinoamericanas.” Aunque había ampliado el énfasis desde una orientación estrictamente sudamericana hacia una que incluiría su contraparte al norte, el énfasis práctico todavía era prominente. Había sido un objetivo común de todos los congresos.<sup>385</sup>

El pequeño valor de la filosofía natural también se puede notar en las biografías de los científicos escritas para el ICCPA. Sorprendentemente, las contribuciones actuales hechas por cualquier científico no formaban el rasgo prominente de estas, sino las posiciones de poder y autoridad que cada científico tenía. Habían dos excepciones solamente: el Dr. Luis Agote, delegado de la Argentina quien había sido mencionado específicamente como el descubridor de un nuevo método de transfusión sanguínea usando las propiedades anticoagulantes del sodio de nitrato, y el Dr. Federico Susviela Guarach del Uruguay, notable por su gran número de publicaciones científicas. Ejemplos más típicos eran los de Don Tito Lisoni de Santo Domingo y el Dr. Jesús E. Monjarás de México. Monjarás había sido, “Miembro de la Academia Nacional de Medicina...[miembro] de la Sociedad de Medicina Pública e Higiene Profesional de París, de la Sociedades de Higiene de Francia y de España...[ etcétera].” Más de treinta posiciones y premios se habían mencionado para el Sr. Lisoni, pero la biografía nunca sugiere cual fue su contribución particular académica. Títulos en vez de logros científicos (mérito) parecen haber sido la base de reconocimiento en estos congresos.<sup>386</sup>

Se dio poca atención a la ciencia básica durante los procedimientos. Aunque Luis Harperath había presentado una investigación durante el 2CCLA (1901) sobre “Los adelantos de la química moderna y los nuevos descubrimientos de Fittica”, la discusión de su ponencia parece haber sido bastante breve y superficial. Trabajos como el de Harperath

tampoco recibieron mención especial en el *Boletín Diario*. Díaz Ossa se quejó de que la investigación básica en la química raramente se hacía en su país. “Los estudios de Química pura no han tenido en el país la extensión que deberían, porque casi todos los profesionales se han dirigido más bien á resolver los problemas de la ciencia aplicada que á cada instante se presentan.” En contraste con la física y la química, la mayoría de las presentaciones en la ciencia básica durante los congresos había sido principalmente en la biología, o más apropiadamente en la historia natural—una tradición muy desarrollada en América Latina. Pero aun así, estas no se dirigieron a sugerir o contestar preguntas de teoría o principio sino que fueron rutinas clasificaciones.<sup>387</sup>

Se podría argumentar que los delegados eran sorprendentemente “anticientíficos” en que demostraban muy poco de aquellos valores tan centrales en la ciencia. La ciencia para algunos de ellos no era la búsqueda de la naturaleza, sino un viaje religioso y espiritual. Ducloux opinaba que sin la ética, la ciencia no existiría, “...una ciencia sin contenido ético no es ciencia, sino una flor sin perfume, un cuerpo sin alma, menos aún, una sombra sin cuerpo. Digámosles, sin cesar, que la ciencia sin conciencia es arco maravilloso de un puente gigantesco, pero lanzado sobre el vacío....”<sup>388</sup> El Dr. Cobos, quien habló durante la sesión de apertura en el 2CCLA, fue el más enfático aun sobre las fundaciones religiosas de la ciencia.

Cobos lamentó que, a pesar de todo lo que se había aprendido del mundo natural, todavía entendíamos muy poco sobre aquellas preguntas profundas de la metafísica: ¿cómo había comenzado el universo?, ¿cual eran las ‘esencias’ de las cosas?, ¿cual eran las primeras causas?, etcétera. “Pero tan oscura, tan insondable es para nosotros, hoy, hombres del siglo XX, la causa primera de los fenómenos de la Naturaleza, cuando decimos para explicarlos que es la divinidad del éter la que todo lo llena...” Sobre la medicina, Cobos comentó, “Sabemos que la enfermedad es nuestro enemigo, pero ¿la conocemos en absoluto y en esencia? ¡No!” A pesar del progreso en las ciencias exactas, todavía no sabíamos nada de la unidad e infinidad del universo. “¡Cómo se desvanece desconsoladamente entonces al soplo de lo desconocido, la decantada *exactitud* de las ciencias exactas!”<sup>389</sup> El conocimiento de la ciencia era una mera sombra de la ignorancia del hombre.<sup>390</sup>

Ciertamente, existe un problema con la alegación de que la motivación religiosa confluye con la actividad científica. Científicos alemanes y estadounidenses también habían sido motivados por parecidas ideas, tal como la búsqueda de unidad en la naturaleza (Ziegler) o la prueba de la existencia de Dios (Smith). Históricamente, las figuras más eminentes de la ciencia europea (Newton) o tercermundista (Ramanujan) habían

sido motivados por la religión. Pero, aun si no queremos aceptar el argumento, no se puede negar que el estado de la ciencia básica había sido uno relativamente débil en América Latina. Esta deficiencia fue lamentada no solamente por algunos delegados latinoamericanos, pero también por sus contrapartes estadounidenses.

En su informe sobre el ICCPA, Smith sugirió que tanto énfasis se le había dado a la industria de nitrato durante la sesiones de física y química, que se había hecho muy poco trabajo genuino en sus respectivas disciplinas. Barbour similarmente comentó algo parecido, “Las reuniones de la tercera sección [biología] fueron algo decepcionantes... Ningunos de las ponencias mérito atención especial, y, en general, muy poco material original en la biología se presentó.” El informe de Woodworth cubriendo la geología demostró el mismo tono. Curtis, quien ya había vivido en la América Latina por varios años, fue más crítico aun. Este no solamente señaló la deficiencia, pero también trato de explicar sus causas—no en un informe privado al Congreso de los EE UU sino públicamente a los mismos delegados latinoamericanos del ICCPA.<sup>391</sup>

Para Curtis, el estancamiento de la astronomía latinoamericana se debía a la negligencia de las matemáticas en el sistema educacional, como algunos observadores alemanes ya habían señalado. Pero también habían factores históricos, de acuerdo a Curtis. Debido a que las naciones sudamericanas no comenzaron la astronomía occidental hasta principios del siglo diecinueve, habían relativamente pocos mapas de estrellas disponibles, y aquellos que existían raramente precedían esta fecha. Consecuentemente, el “conocimiento de las posiciones precisas de las estrellas en el hemisferio sur estaban completamente un siglo detrás del hemisferio norte.” También habían muy pocos trabajos para la audiencia en general sobre la astronomía para expandir su interés y apoyo en la sociedad, con la excepción de la translación de Brunnow’s *Spherical Astronomy* por Carlos Moesta. Por estas y otras razones, el numero total de contribuciones hechas al conocimiento astronómico que existían en español eran relativamente pequeñas.<sup>392</sup>

El Dr. Francisco Soca de Uruguay mencionó que las contribuciones latinoamericanas habían sido principalmente en la literatura en vez de la ciencia, pero que los congresos como el 3CCLA eran importantes medios de estímulo para esta ciencia. Para Soca, negar esta debilidad era cometer uno de los errores más graves. “Pois bem! por um extranho contraste, apenas a sciencia tem seguido a arte de mui longe nestas grandes jornadas da idéa americana... não vae elém de algumas lustros na histora dessas democracias latino-americanas... Dizer o contrario sem

faltar ao dever de viril sinceridade que é o cunho da força e a condição de toda obra duadoura e fecunda, comprehende-se isso sem esforço.”<sup>393</sup>

El modelo de Dolby ayuda explicar el carácter particular de la ciencia latinoamericana al principio de siglo. Explica que habían varios factores que se tenían que existir para una difusión genuina de la ciencia.

El primero es el reconocimiento del receptor sobre el valor de la idea particular. Obviamente, si una idea parece tener ningún mérito intelectual, el receptor potencial no va a perseguir su estudios de esa idea, no importan cuan valido sea su percepción. Pero a su vez, este factor está influenciado por la madurez y nivel de abstracción de una disciplina. De acuerdo a Dolby, “...la verdad de muchas nuevas ideas científicas, particularmente aquellas que son complejas y muy removidas de la experiencia común, no son juzgadas por procesos completamente confiables. Los científicos tienen que usar indicadores indirectos y parciales de la verdad, como la argumentación razonable y una serie limitada de observaciones apropiadas.” La edad de una disciplina juega un papel parecido. Las que son más viejas y maduras tienen un grado muy alto de coherencia que les permite transmitirse más fácilmente porque tienden a contener menos paradigmas conflictivos. Una teoría científica joven no tendrá una estructura coherente con una estructura lógica completa, sino tiende a ser un esquema fragmentado.”

Un segundo factor es la compatibilidad de ambientes sociales. Diferencias lingüísticas, gubernamentales, o educacionales entre el receptor potencial y la nación donante pueden servir como obvios impedimentos. Por ejemplo, si una idea científica es percibida estrictamente como pertenencia de una nación particular, entonces la presencia de conflictos nacionales pueden inhibir la difusión de una idea ‘extranjera’—un punto hecho también por Crosland y que había sido el caso de la medicina occidental en la China durante la Revolución Cultural de Mao. Pero aun dentro de una nación con diferencias lingüísticas, estas diferencias pueden servir como una barrera hacia la transferencia de información, como Traweek ha demostró sobre el Japón.

Finalmente, un tercer factor es la compatibilidad de una idea dentro de la tradición intelectual del receptor juega un papel significativo en la valuación de una idea científica. “La facilidad de transmisión de una innovación es afectada por la compatibilidad entre responsabilidades ya existentes, las ventajas percibidas sobre ideas y practicas corrientemente usadas, como la riquezas de sus consecuencias...”<sup>394</sup>

Estos factores generales son críticos para acontecer el porqué de los rasgos de la difusión científica durante el ICCPA, particularmente cuando todos son combinados en su totalidad. Uno tiene que considerar no solamente la etapa en que un país se encuentra relativo a los competidores que les rodean, sino que también la etapa de desarrollo de

una ciencia. El mismo proceso que impulsó a Chile a la modernización significó que el también se haría dependiente de la mano de obra europea para esa modernización; las dinámicas que estaban ocurriendo al nivel industrial tenían sus contrapartes en el nivel científico.

El cambio de siglo fue una época particularmente difícil para entrar a la ciencia porque tantas áreas estaban pasando por un estado de expansión y revolución; la búsqueda del hombre por lo eterno significó que el estaría reducido a un estado constante de cambio. Pero como Chile carecía las infraestructuras científicas para la practica de la ciencia normal, el país no solamente tenía que importar muchos científicos para tratar de alcanzar aquellas naciones más adelantadas (si tal había sido su objetivo a corto plazo), sino que también tenía que desarrollar estas infraestructuras. Irónicamente, esos científicos que habían sido entrenado entrarían a una economía que tenía ningún uso para ellos—un hecho que ayuda a explicar la preferencia de los estudiantes en escoger aquellas profesiones más altamente remunerantes.

Mientras que habían europeos que trataron de trabajar para el estado y la ‘ciencia nueva’, la falta de infraestructuras necesarias significó que la mayoría de sus esfuerzos serian obsoletos antes de que empezaran. Lo que los caracterizaba también aplicaba a los científicos nativos de la región. Las ideas extranjeras fueron incorporadas, particularmente cuando estas cabían dentro de las necesidades del estado, como fue claramente el caso con el desarrollo de la industria de nitrato y la fisicoquímica. Pero muchas de las ideas revolucionarias, tal como aquellas de la física, no fueron adoptadas porque habían pocos científicos chilenos—por lo menos juzgando por la participación local en los ICCPA. Los ejemplos de Obrecht y Lachaud son ilusorios porque sugieren una proximidad más cercana de lo que actualmente era el caso. En otras palabras, había una incompatibilidad social y intelectual muy grande entre Chile y los Estados Unidos (o Europa) para que hubiese podido ocurrir una difusión de ideas significantes, y, a su vez, el “levantamiento” de la ciencia chilena. Es un proceso que toma tiempo, y suficiente tiempo todavía no había pasado.

Quizás la física cuántica era muy joven y abstracta como para haber sido identificada por los “físicos” chilenos como significativa y notable— la mayoría de ellos habían sido ingenieros en el primer lugar. Hasta existe alguna duda si hubiesen podido completamente entender la significancia teórica del trabajo presentado dado la falta de conocimiento ‘unido’ matemático—un rasgo compartidos por muchos de sus colegas norteamericanos. La física cuántica al principio del siglo parece haber sido muy única a su ambiente cultural de la inteligencia alemana para haber sido mundialmente conocida; y no

parece probable que se hubiese difundido a algún otro lado durante su etapa embrionica—a pesar de la fuerte presencia alemana en la ciencia de Chile.

Cuando uno considera que la física de entonces tenía “poca utilidad practica” como Pyenson lo termina, su fracaso de difusión es más entendible en luz de la preferencia latinoamericana para la erudición altamente practica. Si no fue apreciada porque no se había entendido, ciertamente no fue apreciada porque sus aplicaciones todavía no se habían desarrollado. Su difusión simplemente tomaba tiempo. Mientras que, en retrospectión desde nuestra era siguiente a la Segunda Guerra Mundial, la descripción lucida y confiable de W. B. Smith sobre el potencial del átomo y su ‘energía ilimitada’ fue algo profético de lo que llevo a suceder, uno puede imaginarse que sus palabras deben de haber sonado a su audiencia como las palabras de un lunático religioso. Irónicamente, la propia explicación de Letelier para el pequeño crecimiento de la ciencia durante el periodo colonial era sorprendentemente aplicable a su era: América Latina todavía era muy joven como nación(es) para buscar por la estabilidad que el progreso. Todavía no estaba lista para participar en la disciplina, porque tenía problemas de más inmediata urgencia.<sup>395</sup>

Curiosamente, el impacto de estos factores sobre la ciencia de la química tuvo una reacción completamente opuesta.

Aunque todavía era una ciencia relativamente joven, la fisicoquímica ya tenía como veinte años más que la física cuántica para el año del ICCPA. Hombres como Ostwald habían trabajado fuertemente para darle cohesión a su nueva fundada ciencia al escribir textos y artículos populares. Que la perspectiva intelectual de su disciplina trataba principalmente con las reacciones, también hizo sus valor practico mucho más aparente de lo que había sido en el caso de la física—aun cuando una era una ‘subsidiaria’ de la otra.<sup>396</sup> La fisicoquímica simplemente encajo más dentro de la industria y el comercio de la nación que la física a pesar del hecho de que su industrias eran de propiedad extranjera. En contraste con la física, la química no tuvo que pasar por un proceso de ‘innovación intelectual’ para que sus ideas se pudiesen incorporar a la industria salitrera.

También se puede hacer otra pregunta, sugerida por el modelo de Dolby. ¿Es que los latinoamericanos sabían que una revolución en la física estaba ocurriendo? Obviamente sería injusto juzgar a alguien por no hacer algo que ni siquiera sabía que existía. Podemos contestar que no parece el caso que los Chilenos, ni muchos otros latinoamericanos, sabían que una revolución en la física estaba ocurriendo en sus

congresos. Existen varias razones para esta alegación.

Como ya se ha mencionado, el tema no recibió mucha consideración durante la sesión atendida por Smith. Cuando Cecilio Báez dio un resumen de los aspectos más importantes de la física durante el 2CCLA (1901), fallo en mencionar la cuanta, enfocándose principalmente en el establecimiento de observatorios meteorológicos. Mientras que hubo unos pocos trabajo algo relevante a la revolución, no se les dieron discusión elaborada o importancia visible.<sup>397</sup> Aunque podemos señalar la ponencia de Ducci, no recibimos una idea de su significado revolucionario. En vez nos da un listado de descubrimientos provinciales: los rayos x, los rayos de Leonard, etcétera. Otra vez, la posición de Ducci como médico pudo haber limitado su perspectiva de los eventos. No le dio importancia a sus implicaciones teóricas, sino a sus aplicaciones practicas. Este nunca pregunta, ¿Si los rayos x se podrían usar para ver los huesos, que cosas no-visibles también podrían demostrar? La ponencia de Ducci refleja que este estaba más consciente de la revolución en la química que en la de la física.

Es posible que, irónicamente, los representantes estadounidense en el ICCPA también engendraron la falsa idea que no estaba ocurriendo una revolución en la física. La poderosa reputación de Michelson como receptor del premio Nóbel quizás pudo haber hecho más daño que beneficio a la difusión de la ciencia ya que Michelson creía que la física estaba casi completada. Su propio trabajo en el ICCPA cae dentro de esta concepción científica—el refinamiento de trabajo ya hecho para encontrar el próximo punto decimal. Tal opinión publica hubiese sido muy detrimental dentro de unos congresos que habían recibido amplio reconocimiento en la América Latina. Si el valor del trabajo científico es basado en su originalidad y su novedad, entonces esta percepción del estado completo de la física hubiese negativamente afectado el comportamiento de los científicos latinoamericanos a la física. Si ya esta terminada, no había muchos adelantos que hacer. Ellos no solamente hubiesen sido menos receptivos para buscar por estos avances, sino que también para hacer investigación en los más recientes paradigmas. En este respecto, el panamericanismo no hubiese ayudado a la difusión científica debido a la personalidad atípica de un solo individuo (Michelson).<sup>398</sup>

Pero no deberíamos atribuir demasiada influencia a un solo hombre. Un gran numero de científicos latinoamericanos creían que ellos habían alcanzado a la ciencia europea; esta creencia es indicativa de que no estaban completamente enterados sobre sus fronteras cambiantes. Una perspectiva pre-Kuhniana de la ciencia parece haber sido la predominante en que la ciencia era solamente la mera acumulación

de hechos. Si ellos hubiesen estado más conscientes sobre el carácter revolucionario de estos cambios, quizás su auto-percepción hubiese sido diferente. Pero la alta estima latinoamericana del valor de su propio trabajo, mientras que ciertamente indicativo de cuanto de había logrado, también revela cuanta ignorancia existía sobre lo que faltaba por hacer.

El Dr. Cruchaga Tocornal en 1910 creía que las excelentes discusiones en el congreso demostraban que, “se dejó de manifiesto el gran progreso que ha alcanzado la mentalidad americana.” En el 2CCLA, el Prof. Achevaleta dijo que el éxito del primero congreso había sido una sorpresa; enseñaba cuanto la ciencia había crecido en América Latina. . “La verdad es que pocos se imaginaban, y los de afuera menos,...[que] se hubiera venido elaborando silenciosamente una generación de pensadores, de trabajadores en todas las ramas de los conocimientos, factores del progreso positivo.” De acuerdo a Aguinaga, “Se cree en el Río de la Plata, que el Paraguay se halla inmovible como la esfinge histórica, petrificada en su pasado y en la desolación que produjo la guerra.” Pero Aguinaga demostró que el congreso demostraba completamente lo opuesto. Ducloux dijo, “No, la ciencia argentina tiene médula y es algo más que un reflejo pálido de la ciencia europea; la nueva generación de hombres de estudio merece ser considerada en el mundo intelectual.” Sus conclusiones quizás son epitomadas por el Dr. Cornado, quien había llamado a todos los delegados que se parasen y declararan que, “Ahora si que somos grandes!”<sup>399</sup>

Aunque no todos los delegados estaban de acuerdo con estas concepciones de la ciencia local, estas alegaciones demuestran algún tipo de disparidad entre su auto evaluación y el estado reciente de la ciencia europea o norteamericana.<sup>400</sup> Otra vez, deberíamos mencionar que estas diferencias de evaluación sobre el mérito de la ciencia local claramente demuestran conflictos de percepción relativa. Cual será el punto de vista uno coja influenciara las conclusiones finales sobre la ciencia latinoamericana. Mientras que un científico local vio muchos cambios y acontecimientos desde la previa condición en que su ciencia se encontraba, este progreso no fue uno rápido relativo a aquel de los centros científicos prominentes. El “progreso” en este sentido no está definido absolutamente por los cambios internos dentro de una nación, pero también se define relativamente por la competición internacional científica. Irónicamente, por estas razones, habían algunos hombres (Felix Outes) quienes se oponían fuertemente a la entrada de representantes de estos centros avanzados (EE UU) a los congresos.<sup>401</sup>

Esta competencia casi Darwiniana entre paradigmas también es

sugestivo de otros factores que inhibían el crecimiento científico local. Como en la biología, un nuevo “gen” intelectual en dicha población necesita tener un periodo de aislamiento antes de que pueda ser más ampliamente introducido a la población general. Quizás, como Outes creía, este aislamiento permitía que el “gene” se incremente en números, para resolver conflictos entre ellas mismas y lograr establecer algún nivel de equilibrio demográfico. Pero no era un aislamiento social de la metrópolis científica, como Outes pensaba, sino un aislamiento de los paradigmas intelectuales rivales dentro de la misma nación periférica. Parece que la ‘perdida’ de la ciencia en América Latina se debe más a la incorporación prematura en los congresos de otras disciplinas intelectuales no-científicas. En vez de darle el ‘espacio social’ que necesitaba para su desarrollo interno, los congresos parecen haber socavado con hazañas y perspectivas no-científicas. Es muy probable que, si los congresos se hubiesen mantenido más pequeños y selectivos, se hubiesen mantenido enfocados y orientados a la actividad científica. Esto, irónicamente, sugiere que, bajo ciertas condiciones, el provincialismo es equivalente al avance científico. Las tendencias cosmopolitas y democráticas de los CCLAs/CCPAs significa que no pudieron consolidar un paradigma científico viable durante sus etapas tempranas; la comunidad científica todavía no tenía la cohesión y fuerza suficiente para abrirse al ‘público en general’. Irónicamente, el ‘público en general’ aquí se refiere principalmente a una elite aristocrática que generalmente estaba dominada por una mentalidad colonialista. Como resultado, la nueva ciencia latinoamericana se hizo vulnerable a la prominencia del viejo paradigma, durante el cual fue subsumida por este a la vez que los congresos incrementaron en tamaño.<sup>402</sup> También sugiere que, sin saberlo, los latinoamericanos fueron responsables en subestimar su propia agenda de desarrollo científico.

Como podemos notar, el éxito o el fracaso de la difusión científica a un territorio periférico es grandemente afectado por la madurez científica de la región misma. En otras palabras, no se basa solamente en las dinámicas creadas por las diferencias de desarrollo entre diferentes regiones, sino también por la dinámicas intrínsecas de una dada disciplina científica. Como señaló Dolby, el estado en que esta se encuentra—su edad, su nivel de abstracción, su popularidad, etcétera—también tienen que ser considerados como factores significantes en el proceso. Estos factores explican mucho del la casi total ausencia de contribuciones no-Europeas a la física cuántica. Que pueden convivir cientos de pequeños paradigmas significa que el proceso de selectividad en una región periférica es un poco más complicada de lo que parece como estudiada en el futuro cuando estos paradigmas han

obtenido un nivel más grande de coherencia y monopolio intelectual. La prominencia futura de ciertos paradigmas se pueden proyectar muy fácilmente hacia a una época pasada en la historia cuando solamente eran subdisciplinas invisibles de un esquema mucho más amplio. Dado el estatus minoritario de la temprana física cuántica, es mucho más difícil para observadores extranjeros como los científicos latinoamericanos entender su importancia futura en aquel tiempo y, por lo tanto, haber participado en la ‘carrera’. Para entonces asumir que se debería de haber difundido parece ser una demanda injusta de un actor(es) históricos que no tenían nuestra perspectiva moderna. Esto es ser un etnocentrista científico.

Pero uno tampoco debería ir al extremo opuesto y suponer que esto significa que las condiciones de una nación periférica son factores completamente irrelevante a la difusión de la ciencia. Obviamente, la receptividad de una región a una idea o proceso científico dependerá de un número de condiciones locales—instituciones educacionales, tradiciones intelectuales, nivel de industrialización, personalidades, etcétera. Por ejemplo, sugerir que una región como la del África sud-Sahara podría haber participado en la revolución cuántica tiene ninguna base en la realidad. Su inhabilidad no se daba a cualquier sugerida diferencia biológica o genética del africano como tal, sino simplemente era afectada por la falta de infraestructuras necesarias para participar en la ciencia. Había demasiado que hacer para que pudiese haber participado, no solamente al nivel de una transferencia de información, sino en un cambio radical en la estructura social y perspectiva mundial. Era simplemente imposible dado su condición al momento. África era, y todavía lo es, acosada por su historia. El caso es ‘fácil’ y ‘simple’ de determinar porque es tan diferente.<sup>403</sup>

Mientras que la simplicidad del caso es usada comúnmente por observadores racistas para hacer simplificaciones e injustas conclusiones sobre la cultura y sociedad africana, el caso es útil para contextualizar las dificultades que Chile como nación tenía—un país con mucha más proximidad cultural a Europa. Pero irónicamente, demuestra que la cultura se convierte en uno de los factores más prominentes cuando las infraestructuras están en más cercana paridad; se puede atribuir más a ella de lo que William McNeil en su *Rise of the West* quisiera reconocer.<sup>404</sup> Ciertamente uno no puede usar patrones generales como las únicas causas históricas. Pero el papel de la cultura se convierte a uno prominente precisamente porque es tan minúsculo. Como un jurado en un caso de corte, aquellos que van a tener el mayor impacto y que serán los más recordados no serán aquellos que firmemente y resolutamente habían hecho su decisión, sino aquellas mentes indecisas cuyos votos

inclinaron la incierta decisión del caso.<sup>405</sup>

Igualmente, las diferencias de perspectiva culturales aparentemente menores pueden tener el impacto más significantes de todos, particularmente cuando las estructuras sociales son más cercanamente congruentes una a la otra. La prominencia orientada práctica previamente descrita de la investigación científica inadvertidamente lastimó gravemente el avance económico de la región. Como en Francia y en México, este rasgo tan característico de la filosofía comteana subestimo los beneficios indeterminados de la investigación ‘pura’ e ‘inocente’. Pero cualquiera sea sus orígenes, intelectual o social, esta tendencia práctica había sido tan común en los CCPAs que se podría llamar “cientismo tecnológico.”<sup>406</sup>

Aunque mucho valor público se había puesto en la ciencia, la perspectiva latinoamericana le daba un más grande énfasis a aquellas virtudes más típicamente asociada con la tecnología. Uno podría señalar que hubo un cierto nivel de etnocentrismo interno en su definición, que era obviamente filtrada por su propia perspectiva mundial. En otras palabras, la definición latinoamericana de la ciencia no es la misma que la que tenemos hoy.<sup>407</sup> Aunque todos los congresos científicos se referían a si mismos como ‘científicos’, la mayoría no lo eran. Como ya se ha dicho, a medida que estos crecían, tendían a hacerse congresos más ‘profesionales’ con un énfasis mayor en el descubrimiento de la producción de objetos en vez del porque de su existencia. A pesar de sus auto-congratulaciones del buen trabajo científico hecho, una evaluación más cuidadosa demuestra que los temas prominentes de discusión no había sido la ciencia sino la tecnología: la construcción de puertos, facilidades de ferrocarriles, etcétera. Había un interés mucho más grande en la transferencia de la tecnología que en la difusión de la ciencia. Como tal, los nombres de los congresos son engañosos. Un análisis más “apropiado” de los CCLAs-CCPAs los clasificaría dentro de la historia de la tecnología y no dentro de la historia de la ciencia.

Esta actitud paradójica y contradictoria de valorizar a la ciencia mientras denigrándola a la misma vez parece ser en parte el resultado de un desplazamiento de los esquemas culturales del periodo colonial español y la era moderna—una paradoja algo inevitable durante cualquier periodo de cambio cultural.<sup>408</sup> El resultado desafortunado era que mientras que en Europa la prominencia de profesionales médicos estimularon la creación de la ciencia moderna, en América Latina su presencia parece haber lastimado la difusión y el desarrollo de esta práctica. En este sentido, la ciencia había ‘nacido muerta’: una práctica se había introducido en la región como una entidad existente pero no dinámica. La ciencia es mucho más que una serie de verdades, es un

## Conclusión

### ¿Ciencia en la periferia descartada?

*Chegará!... Chegará!... Chegará!*  
—Dr. Francisco Soca  
(Uruguay), 3LASC

A un científico moderno, el trabajo presentado en los CCPAs por sus delegados latinoamericanos probablemente no sonaran muy sorprendentes. Después de todo, el trabajo no es tan diferente de aquel que él tan bien sabe y ha estudiado; las formulas químicas fueron escritas como se escriben hoy, y el uso del cálculo no es diferente de aquel enseñado en cursos universitarios. Incluso, los experimentos y ecuaciones hasta le puedan parecer un poco aburridas ya que no le revelan nada nuevo, a pesar de las raras asunciones.

Pero el mero acto de su reconocimiento por el científico moderno esconde su valor verdadero porque crea un falso sentido de continuidad. Es quizás más difícil detectar la significancia de algo que es común y entendible a la de aquello que es exótico e inusual. Esto se debe precisamente porque lo exótico es tan diferente que crea una fuerte memoria en el corazón y en la mente. Pero no deberíamos de ser engañados por nuestro conocimiento. Ese mero hecho de reconocimiento es muy significativo para el historiador. La invisibilidad de la experiencia sugiere que la búsqueda que entonces se estaba emprendiendo ya había sido exitosamente logrado hasta cierto punto. Ellos se habían convertido tanto como nosotros, que no podemos reconocerlos por lo que actualmente eran, o lo que habían logrado. En otras palabras, el acto de reconocimiento esconde el hecho de que América Latina finalmente había entrado al mundo de la ciencia moderna para el principio de siglo.

No importa si ellos habían logrado algo 'nuevo' en un sentido global o universal, los métodos y las maneras en cual los problemas eran analizados revelan mucho de cuanto había cambiado. Que Díaz Ossa en 1908 podía entender químicamente su fracaso al no

crear nitrógeno usable por medio de la electrólisis significa que las herramientas intelectuales ya estaban a su disposición para entender los mecanismos del fenómeno correspondiente; este podía distinguir entre procesos físicos parecidos y entender aquellos invisibles al ojo humano. Parecidamente, que Damianovich podía hipotetizar vagamente sobre las reacciones tomando a lugar paradójicamente revela la clara y distinta existencia de la ciencia moderna. Sus especulaciones no están basadas en cantidades intangibles o sin medida de ‘flogisto’ o ‘miasma’, sino por proporciones definidas de cambio en las moléculas nitrogenosas. Como especulaciones son muy científicas.

Quizás uno pueda obtener una mejor idea del cambio que ya había ocurrido cuando uno considera las hazañas “científicas” que habían ocurrido el siglo anterior. José V. Lastarria, por ejemplo, trato de usar a la ciencia como modelo literario, no como uno de investigación. Creyendo que la literatura tenía que imitar y estar en , “conformidad con los hechos demostrados de un modo positivo”, Lastarria creó la Academia de Bellas Letras a medio siglo. De 77 presentaciones hechas ante la Sociedad de la Ilustración, solamente siete tenían algo que ver con temas científicos: cinco en la fisiología o medicina, uno en la biología, y el último con la geología. Los demás habían sido relacionados con la literatura. Creada por positivistas ortodoxos en los 1870’s, la Sociedad hasta trató de modernizar al país por medio de concursos de poesía. Maximiliano Errazuriz llamo por una poesía que estimulara los intereses en la industria. La ciencia y el positivismo fueron defendidos ante la Academia en un gran debate (1876) en el cual se argumento que el método científico se podía aplicar a todo estudio de fenómeno moral. La primera sociedad científica, la francesa “Societe Scientifique du Chili” no se formaría hasta 1891, Aun así, la influencia extranjera es claramente prevalente. Aunque los chilenos del siglo diecinueve habían hablado sobre la ciencia, estos no la había practicado. Sus organizaciones no eran sociedades científicas como tal; se habían mantenido fieles a la tradición hispánica de la tertulia.<sup>409</sup>

Lo que es importante notar de los congresos analizados es que la ciencia, como actividad compleja, se estaba practicando en vez de discutiendo como había sido tan común durante el siglo diecinueve. Uno no debería de enfocar demasiado en los detalles de la pintura y fallar de ver este punto general. Mientras que es significativo que ciertas ideas en la fisicoquímica se habían difundido, el punto más importante es que la perspectiva científica se difundió. Los latinoamericanos estaban reorientando sus perspectivas hacia la naturaleza, y así iniciando lo que otros han llamado en un contexto diferente, una “revolución silenciosa”.<sup>410</sup> Aunque tenemos algunos individuos prominentes, la

práctica de la ciencia como tal se estaba expandiendo por la sociedad. A pesar la ‘caída’ gradual del porcentaje científico en los CCPAs, el número agregado estaba incrementando. Más estudiantes universitarios eran expuestos a estas disciplinas que jamás había ocurrido durante el periodo colonial. Aunque pequeña cuando comparada con el resto del mundo occidental, la ciencia como actividad tomaba un porcentaje más alto del ingreso y esfuerzo latinoamericano. Ya no era algo completamente extranjero y distante, pero gradualmente era algo que crecía localmente en el país.

De misma forma, deberíamos de tomar una actitud abierta y no argumentar demasiado sobre los orígenes de Lachaud y Obrecht. Aunque ciertamente eran de Francia, estos hombres vivieron sus vidas en Chile y consecuentemente formaban parte de su terreno intelectual. La inmigración alemana también significó que estos también ayudaron a formar la mentalidad de la nación, aunque uno no lo quiera aceptar. Aun cuando la disparidad académica se señale sobre la producción intelectual chilena y alemana en los *Anales* de la universidad, todos sus lectores fueron expuestos al trabajo científico en una lengua que podían entender fácilmente. Aunque una página no revela el número de ojos que se han puesto sobre ella, un estudiante o otro tuvo que haber sido inspirado a perseguir la ciencia como resultado. Otra vez, aun cuando correctamente se señala que Ristenpart practicaba principalmente para la metrópolis y nunca se definió a si mismo como “chileno” (a pesar del uso de su primer nombre en español), su presencia ayudo a sembrar las semillas de la ciencia. El nacionalismo no debería de cegarnos de las contribuciones obvias de los extranjeros en tierras ajenas.

Los Congresos Científicos Pan-Americanos por lo tanto son útiles en demostrar cuanto había cambiado en el país. El territorio intelectual demostraba claves de cambios definidos, de rupturas del pasado. Pero la pregunta que continuamente emerge es: ¿porqué, a pesar de su glorioso comienzo, la ciencia latinoamericana no llegó a una gloria más grande durante el resto del siglo? ¿Porque no emergió un Schrödinger, Hubble, o Pauling chileno? El problema es, otra vez, parcialmente uno de contextualización y no completamente dependientes de los eventos como tal.

Estas preguntas inmediatamente localizan a la ciencia local dentro de un esquema que no es completamente el más apropiado o justo, como señalado por Stepan.<sup>411</sup> Que los latinoamericanos trataron de estar en el mundo de la ciencia mundial no significa que el historiador debería de contextualizarlos indudablemente a ellos en ese mercado global de ideas, ni siquiera aun en esa historia. Sería juzgar incorrectamente a una comunidad por valores o experiencias de una minoría dentro de ese

grupo o grupos externo a él, no importa cuan importante sea esa minoría o la influencia extranjera. Un ejemplo de esto se puede observar en las Olimpiadas en Sydney (Australia), donde se demostró que como varias naciones africanas carecen de piscinas de cincuenta metros, sus ‘nadadores’ olímpicos simplemente no pueden ser juzgados por los mismos criterios que aquellos de naciones con las más avanzadas facilidades. Del mismo modo, naciones subdesarrolladas no pueden ser completamente juzgadas por los mismos criterios utilizados para jugar las naciones desarrolladas. Uno no deberá de engañarse como para creer que la participación estadounidense significó la aceptación de los científicos latinoamericanos en ese mercado global. Habían otras razones no-científicas por las cuales los estadounidenses estaban interesados en los congresos latinoamericanos. La sabiduría política dictaba relaciones entre las regiones más cercanas y harinosas; nuestros vecinos, después de todo, no deberían de ser enemigos.

Cuando las comparamos en diferentes disciplinas, podemos notar que aunque atrasadas en ciertas áreas como la física, la química, y la astronomía, habían niveles comparables entre la ciencia latinoamericana y su contraparte norteamericana. No hay duda que los estadounidenses no estaban muy adelantados en las matemáticas—un fenómeno bien estudiado. J. W. Gibbs era uno de las muy pocas excepciones que hicieron contribuciones significativas a la física teórica rica en las matemáticas. La mayoría de los estudiantes graduados de los EE UU que iban a Europa estaban tan mal preparados matemáticamente, que raramente llegaban a perseguir la más abstracta física teórica, y en vez tendían a irse a estudios experimentales. Irving Langmuir, quién obtuvo el premio Nóbel, es el ejemplo clásico. Los comentarios de Curtis también eran aplicables a su propio país. Hasta podríamos señalar que hoy en día, la mayoría de los doctorados en la ciencia no son otorgados a sus ciudadanos nativos.<sup>412</sup>

Sorprendentemente, se podría decir lo mismo de Alemania, dado sus críticas de la educación chilena; compartían más similitudes que no son reconocidas usualmente. La prominencia de religiosos en instituciones académicas, el énfasis que se le daba en recibir grados profesionales prácticos fue tan prominente en Alemania durante el siglo diecinueve como lo había sido en América Latina. Las similitudes también se reflejan en la perspectiva cuasi-religiosa de la ciencia alemana en la cual la búsqueda Humboltiana de la unidad en la naturaleza servía como la fundación de muchos esfuerzos científicos.<sup>413</sup> Los criticismo alemanes de los esfuerzos latinoamericanos, no importa cuan válidos, esconden las similitudes en las historias de las dos naciones, y sugiere que las recomendaciones alemanas provinieron de su propia experiencia

histórica. No hay duda de que la ciencia latinoamericana no era de la misma estatura, pero el proclamar la superioridad innata de la ciencia europea o norteamericana sería negar implícitamente estas similitudes.

Aun así, no se puede negar que América Latina fue sobrepasada por otros países durante el siglo veinte cualquiera que hubiesen sido las similitudes. La frontera de la ciencia no es estática ya que presenta un horizonte móvil que continuamente tiene que ser conquistado. La práctica de la ciencia al principio del siglo desarrollada en los CCPAs revelan algunos de los problemas que continuarían a afligirles por el resto del siglo. La ciencia no sería una profesión popular, existiría una clase media muy pequeña, y carecería de aquel espíritu innovador—factores sociales que emergían de su pasado colonial, afligiendo a todas las Américas del sur. Si la prosperidad de la economía nitrítica chilena no pudo completamente estimular la fisicoquímica y, a su vez, la producción industrial del nitrógeno, las decadentes economías de muchos otros países latinoamericanos perpetuarían un ciclo vicioso involucrando los efectos recíprocos entre el estancamiento científico y el económico. Los enclaves extranjeros existiendo dentro de estas regiones también eran factores inhibiendo la ciencia local. Chile también fue afectada por las dinámicas de estados pequeños, haciéndola algo típico de la “pequeña” América Latina.

También hemos visto que la influencia de la economía y la cultura no son exactamente lo que el Sr. Sánchez sugiere. No se tiene que argumentar que el atraso científico de Chile se debió a la escasez de los recursos para proyectos científicos. Aunque este aspecto ciertamente es un factor importante, es sugerir una contestación históricamente incorrecta, como el físico Pauli tantas veces comentaba sarcásticamente. No importa cuan pobre, una economía siempre va a existir y tener sus rasgos distintivos. Consecuentemente, el carácter particular de una economía tiene efectos claros y visibles sobre el carácter de su ciencia, y tendrá este efecto irreflexivamente de su tamaño agregado.

La economía del nitrato claramente sirvió como un tremendo estímulo a la ciencia local tal como la industria del ganado había servido en Argentina; como resultado, la fuerza de la ciencia nativa chilena no recaía en la física sino en la química. La física, particularmente cuando uno considera que era practicada por extranjeros tal como Obrecht y Lachaud, demostró un nivel sorprendentemente atrasado relativo al trabajo que se había hecho en la química. Mientras que Díaz Ossa y otros estaban atrasados por décadas, Obrecht estuvo atrasado por siglos. Estas diferencias se pueden explicar por las interacciones científico-económicas encontradas en aquel largo tiro de tierra tocando el Pacífico.

El papel de la cultura es un poco más sutil y difícil de distinguir que el de la economía, quizás porque este también afectaba a la economía. Últimamente, su papel fue de función inhibitorio. Los latinoamericanos habían valorado lo ‘práctico’ y lo inmediatamente remunerativo por mucho tiempo —quizás dado a su economía atrasada y pre-industrial, las influencias filosóficas positivistas, o las dinámicas psicologías en las familias. Cualquiera que fuera la causa, esta cultura ‘práctica’ irónicamente sirvió como un obstáculo al progreso material y el económico ya que aquellas hazañas que no caían dentro de este criterio cultural eran removidas de la actividad humana mediante un proceso parecido a la selección natural de Darwin. La física pura fue definida como una materia que tenía poco valor directo y por lo tanto no prospero dentro de tal ambiente. Aquella que fue practicada activamente parece casi siempre haber sido la física aplicada, y casi nunca la pura. Obrecht el astrónomo había sido de gran valor principalmente por su cartografía y meteorología; el no fue contratado principalmente para elucidar la bóveda celeste. De la misma forma, Lachaud practicaba la física teórica probablemente porque creía que los métodos de Ostwald en la fisicoquímica elucidarían viejos problemas; pero en su vida diaria era un químico industrial. Obviamente su trabajo científico no tuvo mucho apoyo del estatal o privado y se podría clasificar más apropiadamente como pasatiempos. Los chilenos no sabían que las ciencias más impracticables habían sido unas de las más útiles, como John Stuart Mill una vez aptamente explico. Aunque sugerido por Smith, pocos podrían haber completamente previsto el tremendo poder de la física. Podemos también notar que, profesionalmente, la ingeniería se había robado su base humana, y en el proceso severamente limitando su potencial influencia en la economía como también a su vez proveyendo poco estímulo intelectual a la física pura.<sup>414</sup>

Como el modelo de Dolby sugiere, la ciencia moderna no pudo florecer fuera de su base occidental dado que los rasgos fundamentales, o sea la infraestructuras inksterianas, eran muy diferentes. Mientras que las ideas se difundieron por medio de los CCPAs hacia Chile, su práctica no lo hizo. El suicidio de Ristenpart había sido no solamente una tragedia personal sino una tragedia científica también. Que este se identificaba tanto con los objetivos de su profesión quizás lo hace un buen indicador del ambiente social para la ciencia, sugiriendo que este ambiente era algo inhospitalario para su crecimiento. El gobierno chileno claramente estaba renuente a sobrepasar las demandas y rasgos personales de Ristenpart por algo más grande que ellos mismos: la ciencia. Obviamente, estos no se guiaban por la misma estructura cultural y generalmente ponían a la ciencia en una posición subordinada.<sup>415</sup>

Pero era obvio que una nueva era había empezado y que los CCPAs habían sido no solamente su mensajero sino su defensor. La ciencia nació de las cenizas de un pasado lúgubre—un pasado que continuamente jalaba la orientación intelectual hacia atrás el estatus que pero que últimamente resulto dar a un amalgama nuevo y raro.

Como profesión, había emergido para ser reconocida por el estado, aun cuando estaba escondida bajo la bandera de las disciplinas más útiles. Como un grupo de nuevas creencias, había sido implantado entre medio de tradiciones viejas y largamente queridas como Suárez Mujica tan elocuentemente ilustró. La gloria y el sacrificio de la valentía militar quizás eran valores aptos para un grupo que continuamente nadaba contra la corriente buscando reconocimiento por su proeza y valor intelectual, no el físico. Un nuevo sentido de identidad común y solidaridad habían emergido como resultado de los Congresos Científicos Pan-Americanos, aun cuando extranjeros se colocaban en su centro. Muchos individuos aislados, que se hubiesen dado por vencidos, ahora tenían una nueva esperanza de que otros compartían su condición y que también reconocerían el mérito de sus esfuerzos.

Es curioso notar que muchas naciones luego científicamente eminentes inicialmente impidieron el desarrollo de revoluciones científicas al principio del siglo, como había sido el caso con la medicina tropical en Inglaterra o la fisicoquímica en la Alemania.<sup>416</sup> Esto sugiere que Chile y las otras naciones de América Latina no se mantendrían eternamente estancadas en las aguas negras de la ciencia moderna.

# Apéndices

A) Presentación de Don Eduardo Suarez Mujica sobre la ciencia y la soberanía (ICCPA).

In Poirier, Eduardo, *Reseña General del 4.º Congreso Científico, 1.º Pan- Americano* (Santiago de Chile: Imp. Lit. y Enc. Barcelona, 1915), 140-1.

B) Análisis de Marcel Lachaud sobre la velocidades de las moléculas de oxígeno (ICCPA).

In José K. Ducci, ed., *Ciencias Físicas*, vol 5, *Trabajos del Cuarto Congreso Científico (1.º Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910), 119-120.

C) Observaciones de Wilhelm Ziegler sobre la educación científica en Chile.

“Ideas generales sobre la enseñanza de la física en Chile.” *AUC* 118 (Jan-June 1906), 1-4.

D) Estudio de Belisario Díaz Ossa's sobre el  $\text{NaNO}_3$  (salitre) (ICCPA).

In *Ciencia Químicas*, ed., Belisario Diaz Ossa, vol 4, *Trabajos del Cuarto Congreso Científico (1.º Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910), 213-217.

# Apéndice A

## Presentación de Don Eduardo Suarez Mujica sobre la ciencia y la soberanía

**E**xcmo., Señor Presidente del Congreso, señores Delegados, señoras, señores:

Conocidas, por la publicación de las actas del Congreso, las proporciones de la vasta y brillante labor de la jornada, medido su volumen científico, apreciada la que podría llamarse su extensión en las relaciones oficiales y en las vinculaciones sociales de los pueblos del continente, sólo cumple el Gobierno añadir breves palabras para fijar las proyecciones y puntualizar, por decirlo así, la solemnidad de este hecho histórico, de este abrazo estrecho que han venido a darse en la capital de Chile y en nombre de la investigación científica, los nobles emisarios del intelectualismo americano.

Cuenta América cien años de vida propia y libre, y en este espacio de tiempo,—dilatado hasta lo inalcanzable para los individuos, fugaz como un ensueño para las naciones,—los pueblos de nuestro continente han trabajado para obtener su más perfecta organización social y civil, en términos que importan, sin duda, un esfuerzo gigantesco, profundamente honroso e incontestable fructífero.

La evolución se ha operado, a través de los accidentes naturales de la vida y del crecimiento orgánicos; pero vencidos, poco a poco, todos los obstáculos, desde las convulsiones revolucionarias hasta las asfixias de la ignorancia y de la pobreza, las nacionalidades americanas han surgido, por fin, enhiestas y vigorosas, en el mapa universal, empeñadas todas ellas, en noble competencia, por subir el grado de su desenvolvimiento intelectual moral.

Y aquí es, señores, donde yo quiero insistir, con orgullo de americano, en el hecho más grandioso y característico de nuestra vida continental.

A través de un siglo de distancia, dos revoluciones agitan la América: la revolución de la espada, que nos dio la emancipación política, dejando oír los primeros vagidos de estas criaturas delicadas que constituyeron

en seguida nuestras nacionalidades; y la revolución de la ideas, que al término del período secular ha venido produciendo y afianzando la otra emancipación, aquella sin la cual de nada sirva la vida material, la emancipación del intelecto, la emancipación de la conciencia.

En estas dos grandes revoluciones, un noble y sublime espíritu de fraternidad ha guiado y mancomunado los esfuerzos de los heroicos obreros del patriotismo y del progreso.

Los genios militares de la América corren de un país de la América corren de un país al otro para auxiliarse mutuamente, en cada una de las jornadas de la grandiosa epopeya de la independencia; y , robustecido, por esta comunión generosa en el sacrificio y en la gloria, el esfuerzo colectivo va destruyendo en cada ocasión una cadena y levantando en cada etapa un pueblo independiente.

Tal fue la revolución militar.

Con la misma santa fé en los principios, con el mismo amor a la libertad, con igual culto al derecho, con el mismo sentimiento de la verdad y del bien, vemos buscarse, moverse y aliarse, un siglo más tarde, a estos otros obreros de la civilización y de la idea.

Pleyades de jefes ilustres en los ejércitos de la investigación, legiones de cruzados de la ciencia surcan los mares y transmontan las cumbres para combinar, a la sombra de la confraternidad científica, los esfuerzos no menos heroicos que tienden a asegurar la independencia,—si es posible más noble y más útil,—la independencia del cerebro.

El espectáculo de esta mutualidad de auxilio científico, de este espíritu de cooperación prodigado con tanta nobleza entre los cofrades del saber en todo el continente americano, es tan conmovedor como edificante y permite confiar en que el progreso de la América está llamando a elevarse con paso rápido y seguro a la altura de las mejores civilizaciones tradicionales.

A mi me emociona y me enorgullece, lo declaro con franqueza como hombre y como gobernante, esta visión inesperada y consoladora de todas, las eminencias americanas en viaje presuroso a Chile, desde los más remotos confines del continente, trayendo a su cabeza, como si fuera el más modesto de los hermanos, a la ilustre Delegación de la gran República del Norte, y viniendo todos, entusiastas y fervorosos, a depositar su contribución de luz en los altares de la ciencia.

Yo sigo con el pensamiento la resonancia y las derivaciones que está llamada a tener en el comercio intelectual y material, social y político, de los pueblos del nuevo mando, una asamblea como la que acaba de celebrarse, en que la difusión de las luces, la aproximación y el conocimiento de los hombres, han de producir necesariamente, para lo futuro, el efecto de suprimir las barreras y dilatar los horizontes de la

amistad sincera y de la comunidad de los intereses continentales.

Los hombres son iguales en la cuna, ha dicho Víctor Hugo; un niño vale otro niño. Lo que los diversifica, lo que los individualiza, es la conformación moral e intelectual, es el proceso evolutivo que en cada individuo realiza ese agente poderoso que se llama la educación. Y así, al paso que un ejemplar de la especie se vuelve un hombre mediante la acción educativa sabiamente dirigida, otro, en el cual el modificativo ha sido deficiente o inconvenientemente aplicado, permanece más o menos perdido en la envoltura impenetrable de la materia.

De ahí el esfuerzo de cada pueblo en pro del desenvolvimiento intelectual de sus hijos constituya el factor más eficaz, más rápido, más irresistible de su propio engrandecimiento nacional. Recuerdo la gráfica expresión del Presidente Garfield: «La grandeza de un Estado se mide por el número de sus escuelas» porque, en verdad, señores, las escuelas son la semilla primera arrojada en el surco inculto de la masa humana ignorante y ruda, son el primer llamado que rompe el sueño intelectual y coloca al hombre sobre el riel que conduce a la región de la luz, a las cimas donde la inteligencia y el espíritu respiran a pleno pulmón el aire vivificante de la emancipación y de la libertad.

El impulso con que los Gobiernos favorecen el mejoramiento intelectual está eficazmente auxiliado en al época moderna por el extraordinario desarrollo a que han llegado el intercambio de las ideas entre los hombres de todos los países.

Los Congresos Científicos constituyen la manifestación más transparente y más práctica de esta nueva tendencia. En contacto los cerebros y los corazones, se facilita la combinación de los esfuerzos y el control de los resultados; se puntualizan los vacíos de que adolece la investigación científica; se orientan las actividades en rumbos útiles y prácticos, y se economizan, en fin, fuerzas vivas que de otro modo se malograrían en estériles anhelos y tentativas.

Hasta hace pocos años estas tendencias hacia el sistema de cooperación intelectual eran débiles, cuando no nulas, en la América latina, y estaban expresamente circunscritas por los límites etnográficos. Mientras la América anglosajona combinada ampliamente sus fuerzas en todos los órdenes de la cultura, en la generalidad de los países de la América latina existía más bien por el contrario, el principio de la refracción.

Nos cabe la suerte, señores, de asistir como actores al momento histórico en que las fronteras se abaten y en que la América toda, sin distinción de idiomas ni de razas, reúne a sus hombres de estudio para encarar los problemas que son comunes al continente.

Una sociedad chilena había creado, por iniciativa, que es justo

recordar, de un esclarecido hombre de ciencia europea, don Alfonso Nogués, la institución de los Congresos Científicos nacionales. Muy interesante y útil esta institución, no traspasaba, sin embargo, los linderos de la República, sino para designar algunos miembros corresponsales en los países vecinos y para circular entre ellos sus mejores publicaciones.

La chispa, pequeña en sí, visible apenas fuera de Chile, tuvo su efecto, y algunos años después, la feliz iniciativa de la Sociedad Científica Argentina creó, con el éxito que al América ha venido presenciando durante más de diez años, la serie de los Congresos Científicos Americanos, de los cuales el que acaba de celebrarse en Chile ha tenido fortuna de reunir los representantes sentantes oficiales y extra-oficiales de todos los países del continente. »

## Apéndice B

### Análisis de Marcel Lachaud sobre la velocidades de las moléculas de oxígeno

#### 1. ECUACION DEL CALOR ESPECIFICO

Datos: Calor específico del oxígeno, volumen constante  $c = 15,1$  para  $100^\circ$

Equivalente mecánico del calor 422.

Coefficiente de dilatación ó presión para  $1^\circ$  (alfa) - 0,00367.

Incógnita: rapidez buscada,

La presión del gas sobre una pared es proporcional al número de choques y á su rapidez. Aumentando la rapidez y volviéndose doble, por ejemplo, el volumen queda constante, el libre recorrido es el mismo: la presión de cuádrupla, siendo los choques dos veces más numerosos y dos veces más fuertes. La presión ha aumentado como el cuadrado de la rapidez.

Tomemos cierto volumen de oxígeno, peso de 1 gramo, más á 1/g Llevamos la temperatura de 0 á  $100^\circ$ , la presión aumenta, y llega á ser

$$1 + 100 (\text{alfa}) = 1,367$$

Pero el aumento de rapidez ha sido solamente como la raíz cuadrada de esta presión.

Para 1 de presión, si ella fuera  $x$ , para  $p = 1,367$ , á  $100^\circ$  es

$$x = \sqrt{1,367}$$

pero la diferencia de fuerza viva se traduce por una absorción de calor ó de energía: son 15,5 pequeñas calorías por gramo á  $100^\circ$ .

$$\begin{aligned} \text{ó } 15,5 \text{ pequeñas calorías} &= 15,5 \times (422/1000) = 6,54 \text{ kilográmetro} \\ &= 6540 \text{ K. por kilogramo} \end{aligned}$$

correspondiendo á la diferencia de rapidezces  $1/2 \text{ mx}^2 \times 1,367 - 1/2 \text{ mx}^2$

$$\text{ó } 1/2 \text{ mx}^2 \times 0,367 = 1/2 \times 1/9,80 \times 0,367 = 6541$$

se deduce que  $x^2 = \sqrt{350.000}$  más ó menos  $x=590$  á  $592$ .  
Sea  $590$  á  $592$ .

Si el equivalente fuera  $419$ , sería  $\sqrt{346.500} = 588$

Este resultado no puede ser sino un máximum. En efecto, los movimientos de oscilación sobre cuyo lugar hemos hablado en las generalidades, aunque débiles, no podría ser absolutamente nulos sino en el caso de las moléculas absolutamente esféricas. Estamos, pues, obligados á hacer una corrección, y no tenemos ningún medio matemático exacto de evaluación. Sin embargo, es evidente que no podrá haber una diferencia mayor de 10%, y que los valores probables corresponderán á correcciones comprendidas entre 2 y 5%. Se tendría:

Sin corrección:  $V_0^2 = \sqrt{350.000} = 591$  máximum

Corrección 2%:  $V_0^2 = \sqrt{343.000} = 585$

Id. 5%:  $V_0^2 = \sqrt{332.000} = 577$

El valor se encontrará comprendido entre las dos rapidezces

$575 \text{ ml}$  y  $585$

que representa la rapidez de translación de las moléculas de oxígeno á  $0^\circ$

A  $100^\circ$  esta rapidez sería  $\sqrt{1,367}$  veces más grande.

Para los otros gases sería inversa del peso molecular, siendo 32 este para el oxígeno.

## Apéndice C

### Observaciones de Wilhelm Ziegler sobre la educación científica en Chile

*Ideas Jenerales Sobre la Enseñanza de la Física en Chile*

por el

Dr. Wilhelm Ziegler

Despues de dos años de atenta observacion he podido formarme una idea clara del estado actual de la enseñanza de la física en Chile i quisiera ahora emitir mi opinion sobre sus defectos i la posibilidad de mejorarlos.

El defecto capital de que adolece esta enseñanza es, en mi sentir, la falta absoluta de conexion íntima entre las distintas partes. Los profesores aislan de tal manera los diversos fenómenos que mejor podríamos designar a las clases de física con el nombre de «Lecciones de cosas.» Con esto el alumno se forma, como es natural una idea completamente falsa de este ramo del saber, ramo que en el último decenio ha alcanzado importancia universal para todas las otras ciencias. Las leyes físicas se aplican no sólo a todas las ramas de las ciencias naturales (botánica, zoolojía, química, jeolojía i mineralojía), sino también a la técnica, a la medicina i aun a al filosofía. I si nos preguntamos cuál es la causa de esta posicion dominante de la física, debemos atribuirle única i esclusivamente a la rigurosa exactitud que han alcanzado sus leyes por la aplicación de las matemáticas. Por consiguiente, si no queremos despojar a la física de un elemento indispensable para su desarrollo, i si no queremos volver a hacer de ella un ramo infructífero en la enseñanza, debemos estudiarla con el ausilio de las matemáticas, en otros términos, debemos estudiar la física matemáticamente.

A causa de la gran multilateralidad que ha alcanzado la física por sus innumerables aplicaciones prácticas, se ha hecho naturalmente bastante difícil la seleccion del material de enseñanza. Por consiguiente, antes

de determinar este material, debemos establecer claramente desde qué punto de vista debe efectuarse dicha selección.

¿Debe consistir la enseñanza de la física en el desarrollo desnudo de sus leyes, demostrando las aplicaciones de éstas con aparatos de ninguna importancia en la práctica? O bien, siguiendo un fin más útil a la vida, ¿deben tenerse siempre en vista en la enseñanza las aplicaciones prácticas de la física? No necesitamos discutir la contestación a estas preguntas. El objeto de la física debe ser:

1.º Preparar a los alumnos para que puedan comprender las aplicaciones prácticas; i

2.º Hacer que con el auxilio de la ley de la conservación de la energía, ley que siempre debemos colocar en primer lugar al hacer nuestras observaciones, puedan darse cuenta de las aplicaciones útiles desde el punto de vista de la naturaleza sobre el desarrollo i desaparición del universo.

Ahora bien, si observamos la actual enseñanza, debemos confesar que en la realidad muy poco se cumple la misión arriba definida i esto se debe atribuir en primer lugar al hecho de que la mayor parte de los profesores no dominan la materia que deben enseñar. Ellos han recibido una preparación insuficiente i, a causa de los incompletos conocimientos de matemáticas que poseen, se les hace imposible conocer la más sencilla conexión interna que existe entre los fenómenos aislados. Aquí está la raíz de todo el mal i éste sólo se puede destruir preparando más sólidamente a los profesores de la física.

Por desgracia, todavía aquí en Chile se comete el gran error de no dar a los estudios de las distintas asignaturas la importancia que les corresponde. Aun hoy hay quienes creen que una persona provista de los conocimientos recibidos de un liceo puede desempeñar el papel de profesor en cualquiera de los ramos, porque, según ellos, «es tan poco el material que para esa enseñanza se necesita, que muy bien se le puede encontrar en los libros.»

Es, pues, requisito indispensable que el profesor domine el ramo de su especialidad i esto sólo lo puede conseguir con una sólida preparación en el Instituto Pedagógico. A los futuros profesores debemos primero prepararlos en su ramo i sólo después que hayan alcanzado cierto grado de madurez, puede empezar la práctica pedagógica; pero también de ésta debe quedar una parte en manos del profesor del ramo, a saber: la selección de la materia i su distribución en los distintos grados de la enseñanza, porque es imposible que un profesor de pedagogía que no posea conocimientos especiales de física, pueda conocer a fondo el valor de las leyes i fenómenos aislados para hacer una selección acertada del

material de enseñanza. Tampoco podrá apreciar la dificultad del material para hacer una debida distribución del mismo en las diversas clases.

También en el plan de estudios del Instituto Pedagógico se ha cometido un grave error al separar por completo a la física de las matemáticas. La unión de estas dos ciencias ha traído a la física portentosos resultados en el último decenio i hoy por hoy esta unión es tan estrecha que romperla sería completamente imposible. Bien pueden entusiasmarse los matemáticos y a que pueden salir de los secos desarrollos de sus fórmulas i ver cuán fructíferas i extensas aplicaciones pueden hacer con estas fórmulas en la práctica. Por otra parte, en la física necesitamos indispensablemente de las matemáticas, si se ha de cumplir con el fin que más arriba he definido. ¿Cómo conocer, sin el auxilio de las matemáticas, la importancia universal de la ley de la conservación de la energía? ¿Cómo explicamos las máquinas más sencillas, instrumentos ópticos, etc., sin las matemáticas? Convengamos, pues, en que el primer requisito para preparar a nuestros jóvenes profesores debe ser: «Unión de las matemáticas con la física»

## Apéndice D

### Estudio de Belisario Díaz Ossa's sobre el $\text{NaNO}_3$ (salitre)

#### **Electrolisis del Nitrato de Sodio**

Por el Profesor, Belisario Díaz Ossa

#### INTRODUCCION

El presente estudio es el resumen de las experiencias que durante dos años he practicado con el fin de encontrar los elementos de un método que permitiese *fabricar el ácido nítrico*, partiendo del salitre de Chile, á un precio más barato que el actual sistema.

Después de algunos ensayos nos dirigimos resueltamente por la vía electrolítica, porque creemos que la industria electro-química es la industria del porvenir, ya que permite utilizar fuentes hasta casi no aprovechadas de energía y los métodos que utiliza son todos ellos sencillos y de fácil trabajo industrial.

la electrolisis de los nitratos sólo se ha efectuado en dos sistemas: aprovechando la reducción electrolítica y por lo tanto reduciendo los nitratos á nitritos—sistema Müller y Weber—y la separación por electrolisis ígnea con el fin de obtener la soda cáustica y el ácido nítrico—procedimiento Darling.

Hasta hoy día ninguno de estos procedimientos ha dado resultados industriales, debido á causas múltiples y que no es del caso analizar.

Nosotros hemos seguido una marcha diversa: nuestros estudios se han dirigido á separar por electrolisis del nitrato de sodio, *la soda cáustica*

y el *ácido nítrico*, pero lo hemos hecho en disolución acuosa. Además, nuestros estudios han sido hechos teniendo en vista la aplicación en el país, en que el salitre es más barato, pues su consumo no paga impuesto, en que abundan las fuerzas de aguas y en que la minería aprovecharía, sin duda alguna, un ácido producido á un precio razonable.

Las conclusiones á que hemos llegado nos permiten asegurar que el método propuesto se diseña y que sólo faltaría para llegar á su implantación industrial, dejar á un lado las experiencias de laboratorio para hacerlas en escala semi-industrial y conocer entonces los resultados económicos.

### CONSIDERACIONES GENERALES

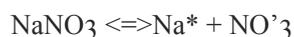
Cuando se efectúa la disolución de un cuerpo sólido, tal que el  $\text{NaNO}_3$  en el agua, se admite con Arrhenius que dicho cuerpo se descompone, ó mejor, que se disocia ó ioniza, es decir, se divide en dos partes que se denominan iones y que son series de átomos ó corpúsculos dotados de cargas eléctricas poderosas iguales y de signos contrarios.

Los iones se clasifican, según sus cargas eléctricas, en iones positivos y negativos y se denominan catión y anión según se dirijan al catodo ó al anodo.

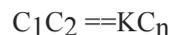
De tal modo que el  $\text{NaNO}_3$  cuando se ioniza, se divide en el  $\text{Na}^*$  que es el catión y el  $\text{NO}_3$  que es el anión y que se escriben de la manera vista según convenio internacional. Pero cuando la ionización no es completa en el seno del líquido acuoso, existen tres clases de radicales diferentes: aniones, cationes y moléculas neutras existiendo entre ellos un equilibrio que depende en particular de la disolución y de la temperatura.



o sea en este caso



Según esto los iones los podemos clasificar en dos series distintas: los iones actuales que son los que existen en el instante considerado y los iones virtuales que existen unidos en la molécula neutra, y por lo tanto podemos aplicar á la disolución la ley de las masas y del equilibrio químico, y tendremos:



ó simplemente

$$(C_1/C_2) / C_n = \text{Constante}$$

en que

$C_1$  representa la concentración del anión  
 $C_2$  » » » » catión  
 $C_n$  » » » de la molécula neutra.

Pero como el número de aniones y cationes es el mismo en cada caso, tendremos:

$$(C_1/i) / C_n = \text{Constante}'$$

en que

$C_1$  representa la concentración del anión  
 $C_n$  » » » de la molécula neutra.

Son los iones los que conducen la electricidad de un lado á otro en un líquido electrolizable, de tal manera que la mayor ó menor conductibilidad de un electrolito dependerá de la cantidad de iones actuales existentes en el líquido y de cuando todas las moléculas se encuentran disociadas, ionizadas, es decir, cuando los iones virtuales hayan pasado á ser actuales, se tendrá la mayor conductibilidad de la disolución que se denomina en electroquímica: conductibilidad equivalente, máxima ó límite.

La conductibilidad equivalente límite es igual, por lo tanto, á la suma de las movilidades equivalentes de los iones, ó sea,

$$\lambda_{\infty} = i_a + i_o$$

en que  $i_a$  representa la movilidad del anión y  $i_o$  la movilidad del catión. A continuación damos un cuadro de algunas movilidades necesarias en este estudio tomadas á la temperatura 18° C.

H*	329,8
Na*	43,55
OH'	174
NO <sub>3</sub>	61,78

Siendo los iones los que conducen la electricidad en el seno de

la disolución, al perder la carga eléctrica de que están dotados se transforman en partículas materiales con las propiedades que les conocemos. De tal modo que durante la electrolisis existen dos corrientes de iones: unos que se dirigen á un polo, los cationes al catodo, y otros á otro, los aniones al anodo; pero la experiencia demuestra que ambos no marchan con la misma velocidad, que unos son más veloces que los otros, esta velocidad relativa de los iones, números de transportes ó números de Hittorf (1851) desempeñan un papel muy importante á la vez que perjudicial en la electrolisis.

Los números de transporte se pueden determinar experimentalmente por el conocido medio de la electrolisis con un plano intermedio invariable, valiéndose para ello del aparato propuesto por Noyes (1903) ó el de Nernst y Loeb (1888) primitivo ó modificado por Ostwald (1902).

Tambien se le puede calcular partiendo de la fórmula:

$$\lambda \infty = I_a + I_o$$

pues si llamamos *u* la velocidad absoluta del anión y *v* la del catión tendremos la expresión:

$$n/v = I_a / I_o = n/1-n$$

en que *n* y *1-n* representan las velocidades relativas y donde:

$$1-n = (I_o / I_a + I_o) \quad \text{y} \quad n = (I_a / (I_a + I_o))$$

Las medidas efectuadas por nosotros para el NaNO<sub>3</sub> son sumamente concordantes con las deducidas por el cálculo, y son las que se dan en el cuadro adjunto:

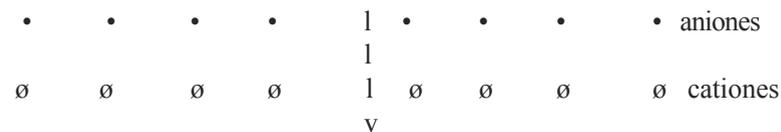
	Vel. rel. del catión <i>1-n</i>	Vel. rel. del anión <i>n</i>
NaNO <sub>3</sub>	0,41	0,59
NaOH	0,20	0,80
HNO <sub>3</sub>	0,84	0,16
H <sub>2</sub> O	0,65	0,35

Los números de transporte ó velocidades relativas cambian con la

temperatura y tienden hacia el límite 0,6; en decir, a tener los iones la misma velocidad.

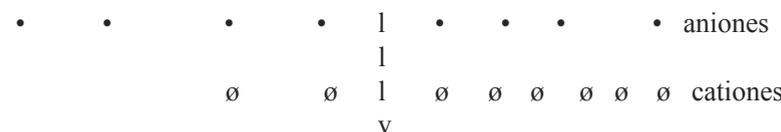
Cuando la velocidad relativa de los iones es la misma, el líquido se empobrece igualmente de la sal que se electroliza; pero cuando la velocidad de los iones es diferente, la solución se empobrece desigualmente y parece, por lo tanto, enriquecerse en sal del lado ión más rápido y empobrece de lado del ión menos rápido.

En el esquema podrán verse más claro estas conclusiones:



zona invariable.

Después de hacer pasar la corriente durante un tiempo igual á tres Faraday ó sea 3 veces 96,537 coulombs, como las velocidades de los iones son diferentes tendremos:

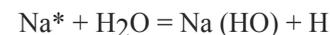


sentido del -----> ión más rápido

se habrán separado tres equivalentes por lado en cada electrodo, pero en un lado sólo tendremos dos aniones y dos cationes y del otro lado cinco cationes con los aniones correspondientes, luego la solución se empobrece en sal del lado del ión menos rápido.

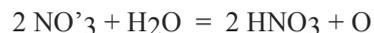
Los números de transporte tienen tambien otra intervención y que hemos llamado perjudicial: cuando se efectúa la electrolisis del nitrato de sodio con electrodos inatacables y en disolución acuosa, suceden las reacciones siguientes:

El ion Na\* se descarga en el catodo y con el agua produce la reacción secundaria:



dando hidrato de sodio ó hidrógeno que se desprende. En el anodo ó polo positivo se libera el ión NO<sub>3</sub> produciéndose la reacción

secundaria



en una palabra, después de cierto tiempo de pasar la corriente existirán los siguientes cuerpos, siempre que la zona invariable no se destruya:



en otros términos existirán simultáneamente los iones



todos los que contribuirán á la conductibilidad del electrolito. Rodeando el polo negativo ó catodo tendremos en especial de los iones  $\text{OH}^-$  que se dirigan hacia el polo positivo ó anodo con el fin de descargarse; por el contrario, rodeando el polo positivo se encuentran los iones  $\text{H}^+$  que se dirigirán hacia el catodo de tal modo que una parte del  $\text{NaOH}$  formado en el polo negativo se perderá, pues los iones  $\text{OH}^-$  marcharán hacia el polo contrario y otra parte al  $\text{HNO}_3$  formado le sucederá igual cosa; estas pérdidas tanto en hidrato como en el ácido serán proporcionales á la velocidades relativas de los iones  $\text{OH}^-$  y  $\text{H}^+$  respecto á los demás iones y a concentración alcanzada en ácido y en hidrato. Este es el caso más favorable y más tarde veremos cómo se complica; por el fenómeno de Hittorf hay siempre una pérdida en los rendimientos tanto anódicos como catódicos imposible de evitar.

Además la marcha en sentido opuesto á los iones  $\text{OH}^-$  y  $\text{H}^+$  produce otros efectos cuyas consecuencias esplicaremos más tarde; bástenos decir por ahora que ambos iones se unen y perdiendo sus cargas eléctricas se convierten en agua



## Bibliografía

### Recursos Primarios

- Aguinaga, Samuel, ed. *El Paraguay en el Exterior: Congreso Científico de Montevideo* Montevideo: Imprenta de El Siglo, 1901.
- “The American Delegates to the Pan-American Congress.” *The Outlook* (April 28, 1906), 980-1. *Anales de la Universidad de Chile*. (1888-1930) abbv. *AUC*.
- Barbour, Thomas. *A Naturalist at Large*. Boston: Little, Brown and Company, 1943.
- *A Naturalist in Cuba*. Boston: Little, Brown, & Co, 1945.
- de la Barra, Eduardo. *Ortografía fonética; IV Congreso Científico de Chile*. Santiago de Chile: Establecimiento Poligráfico Roma, 1897.
- Barros Arana, Diego. *El Doctor Don Rodolfo Amando Philippi: Su Vida I Sus Obras* Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1904.
- Baxter, Sylvester. “The Western World in Conference: Rio de Janeiro and the Conference at the Palace Monroe,” *The Outlook* (Sept 22, 1905), 172-189.
- Bingham, Hiram. *Across South America: An Account of a Journey From Buenos Aires to Lima by way of Potosi, with note on Brazil, Argentina, Bolivia, Chile, and Peru*. Boston: Houghton Mifflin Co, 1912.
- “Explorations in Peru,” *National Geographic* 23, 4 (April 1912), 417-422.
- “In the Woodlands of Peru,” *National Geographic* 24, 4 (April 1913), 387-573.
- “The Story of Machu Picchu,” *National Geographic* 27, 2 (February 1915), 172-217.
- “Further Explorations in the Land of the Incas,” *National Geographic* 29, 5 (May 1916), 417-422.

- Brown Scott, James ed. *The Final Act and Interpretative Commentary Thereon, Second Pan American Scientific Congress*. Washington DC: U.S GPO, 1916.
- Carnegie Endowment for International Peace. *The International Conferences of American States, First Supplement, 1933-1940*. Washington DC: Carnegie Endowment for International Peace, 1940.
- Castro, Rosauo. "Memoria." *AUC* 128, 69 (July-Aug 1911), 161-168.
- Conio, Dr. Emilio R. "Primer Congreso Científico Latino Americano." *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 83 (1917), 254-261.
- Conferencias Internacionales Americanas, 1889-1936*. Washington: Dotación Carnegie Para la Paz internacional, 1938.
- "Congreso Científico Latino-Americano." *Anales de la Sociedad Científica, Argentina* 45 (1898), 369-389.
- Cuarto Congreso Científico, Primero Pan-Americano. *Trabajos del Cuarto Congreso Científico (I.O Pan-Americano) celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908*. 20 vols. Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910.
- *Primer Boletín: Bases, Programa, y Cuestionario General*. 2ª ed. Santiago de Chile: Impr., Lit. La Ilustración, 1908.
- *Segundo Boletín: Trabajos Preparatorios Hasta el 30 de Junio de 1908*. Santiago de Chile: Imp. Litog. Encl. La Ilustración, 1908.
- Cuarto Congreso Médico Pan-Americano. *Anales del Cuarto Congreso Médico Pan-Americano*. Panamá: Chevalier, Andere & Co, 1906.
- Curtis, Heber D. "The Distance of the Stars." *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 23, 137 (June-Aug 1911), 143-163.
- "Five Stars having Variable Radial Velocities." *Lick Observatory Bulletin*, 146 (1909), 60-1.
- "Methods of Determining the Orbits of Spectroscopic Binaries." *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 20, 120 (June 1908), 133-155.
- "The Nebulae." In *Handbuch Der Astrophysik*, ed. G. Eberhard, A Hohlschutter, vol 5. Berlin: Verlag Von Julius Pringer, 1933.
- "Spectrographic and Photographic Observations of Comet c 1908 (Morehouse)." *Lick Observatory Bulletin* 163 (1911), 135-138.
- "Thirteen Stars having Variable Radial Velocities." *Lick observatory Bulletin* 164 (1912), 139-140. Daily Bulletin / Boletín Diario (2PASC), 1915/1916
- Davenport, Frederick. "A Great Gathering of The Experts." *The Outlook*, 112 (Jan 19,1916), 130-132.
- Delegación Chilena. *Chile ante el Congreso Científico Internacional*

- Americano de Buenos Aires; Informes I Monografías; Congreso Científico Internacional Americano, Buenos Aires, July 1910*. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1911.
- Donoso, Alvaro. *Demarcación de la línea de frontera en la parte sur del territorio; Trabajos de la Quinta Sub-Comisión Chilena de Límites con la República Argentina*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1906.
- Döll, Don Enrique. "Discurso de incorporación a la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas de la Universidad de Chile." *AUC* 146, 78 (Jan-Feb 1920), 3-43.
- Domeyko, Ignacio. *Mis Viajes: Memorias de Un Exiliado*, vol 1. Santiago: Ediciones de la Universidad de Chile, 1978.
- Eighth American Scientific Congress. *Proceedings of the Eighth American Scientific Congress, held in Washington May 10-18, 1940*. 11 vols. Washington D.C: Department of State, 1942.
- Freitas, Dr. Antonio de Paula, ed. *Relatorio Geral, Terceira Reunião do Congresso Científico Latino-American*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1906.
- "First Pan-American Scientific Congress." *Bulletin of the International Bureau of the American Republics* 28 (January-June 1909), 580-598.
- Gonzalez, Teodosio. *Una gira por el Pacífico: La hospitalidad Chilena. El Congreso Científico de Santiago: Impresión de un Delegado Paraguayo*. Asunción: Talleres Gráficos La Unión, 1909.
- Gráficos, Alberto. *Informe presentado al Ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia*. La Paz: Imprenta Velarde, 1916.
- Hagen, R. P. Juan. "Nueva Demostración sobre la rotación de la Tierra" *AUC* 128, 69 (July-Aug 1911), 425-437.
- Holmes, W.H. "The First Pan American Scientific Congress." *Science* 29 (March 19, 1908), 441-448.
- "Homenaje Universitario a la memoria del Profesor Don Juan Schulze" *AUC* 82 (Nov-Apr 1892-1893), 701-716.
- Letelier, Valentin. *Memorias Universitarias*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1908.
- Maira, Octavio. "La enseñanza de la medicina en Chile," *AUC* 145, 78 (Sept-Oct 1919), 501-543.
- Molina, Enrique, "La ciencia y el tradicionalismo." *AUC* 121 (1907), 187-210.
- Murillo, Adolfo. *Trabajos presentados al V Congreso científico general Chileno de 1898*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1898.
- n.a. "La Educación Norte Americana." *AUC* 123 (July-Dec 1908), 999-185.
- Obrecht, Alberto. *Anales del Observatorio Nacional de Santiago*

- (Estracto): *Coordenadas jeograficas de algunas ciudades de Chile*. Santiago de Chile: Imprenta Nacional, 1890.
- *Anales del Observatorio Nacional de Santiago*. Santiago de Chile: Imprenta Nacional, 1890.
- *Curso de Matemáticas Superiores de la Sección de Arquitectura Profesado en la Universidad de Santiago*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1908.
- *Determinación de la Hora y de la latitud jeografica de un lugar por la observacion de los momentos en que las alturas de algunas estrellas son iguales*. Santiago de Chile: Soc. Imprenta y Litografía Universo, 1907.
- *Dibujo Practico del Mapa de Chile*. Santiago de Chile: Editorial Cervantes, 1895.
- *Memoria sobre el estado actual del Observatorio Nacional de Santiago i proyecto de Reorganización*. Santiago de Chile: Imprenta Nacional, 1890.
- *Nuevas Tablas Náuticas*. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1918.
- *Nueva Teoría de la Figura de los Cuerpos Celestes*. Santiago de Chile: Imprenta, Litografía, i Encuadernación Barcelona, 1914.
- *Sobre el Sistema de Desarrollo más Conveniente para Representar el Mapa de Chile*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1893.
- *Observaciones Astronómicas i Meteorológicas*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1892.
- *Observaciones Astronómicas i Meteorológicas; cómo se verá en Chile el eclipse de Sol de 16 de Abril de 1898; Aspectos de Marte Durante la oposición de 1892*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1898.
- *Observaciones Astronómicas i Meteorológicas Desde Enero de 1905 a Diciembre de 1908*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1909.
- Oliver, Jack. *Shocks and Rock: Seismology in the Plate Tectonics Revolution; The story of earthquakes and the great Earth science revolution of the 1960's*. Washington DC: American Geophysical Union 1996.
- Otten, Guillermo. “Estudios sobre puentes de madera, con un ensayo prévio de Imprenta de las cargas rodantes apara las vías carreteras de Chile.” *AUC* 82 (Nov-Apr 1892-1893), 755-768.
- Outes, Felix F., ed. *La Universidad Nacional de la Plata en el Ivo Congreso Científico, 1º Pan Americano*. Buenos Aires: Impt. Edt. Casa Hermanos: 1909.
- Pan American Medical Congress. *Transactions of the First Pan-American Medical Congress, held in Washington D.C., September*

- 5-8, 1893. Washington D.C.: U.S GPO, 1895.
- Perrine, C.D. “The National Observatory of the Argentine Republic.” *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 22, 14 (Dec 1910), 205-211.
- Poirier, Eduardo, ed. *Chile en 1908: Obra deidcada a los señores delegados y adherentes al IV Congreso*. Santiago de Chile: Impt. Lit. y Encu. Barcelona, 1909.
- Poirier, Eduardo. *Reseña General del 4.º Congreso Científico, 1.º Pan-Americano*. Santiago de Chile: Imp. Lit. y Enc. Barcelona, 1915.
- Quesada, Ernesto, ed. *El Nuevo Panamericanismo y el Congreso Científico de Washington*. Buenos Aires: Talleres Gráficos del Ministerio de Agricultura de la Nación, 1916.
- Quinto Congreso Medico Pan-Americano, *Boletín oficial del Quinto Congreso Medico Pan-Americano, Guatemala, 6-10 de agosto de 1908*. Guatemala: Imprenta Nacional, 1908.
- Reinsch, Paul S. “The First Pan American Scientific Congress.” *The Independent* 66 (Feb 18, 1909), 370-373.
- *Public International Unions: Their Work and Organization; A Study in International Administrative Law*. Boston: Ginn & Co., 1911.
- Report of the Delegates of the United States to the Pan American Scientific Congress, held at Santiago, Chile December 25, 1908 to January 5, 1909*. Washington D.C.: U.S GPO, 1909.
- Ristenpart, F. W. *Clases de Astronomía Profesadas en la Universidad de Santiago de Chile: Tercer Año: Teoría de los instrumentos, Segunda Parte (Instrumento de Pasajes, Círculo Vertical, Instrumento Acodillado)*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1912.
- *El Cometa Halley: Conferencia dada en el Salon Central de la Universidad de Chile, Lunes 25 de Abril de 1910*. Santiago de Chile: Soc. Imp. Y Lit. Universo, 1910.
- “Informe,” in *Chile ante el Congreso Científico Internacional Americano de Buenos Aires; Informes I Monografías, Congreso Científico Internacional Americano, Buenos Aires, July 1910*. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1911, 25-35.
- “Astrónomos alemanes en Chile.” In *Los Alemanes en Chile*. ed. Sociedad Científica Alemana de Santiago. vol 1, 177-193. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1910.
- “El Observatorio Astronómico Nacional en 1909.” *AUC* 126 (July-Dec 1910), 733-754.
- “El Observatorio Astronómico Nacional en 1910.” *AUC* 128, 69 (July-Aug 1911), 926-949.

- “Memoria sobre el funcionamiento del Observatorio Astronómico Nacional durante el año 1911” *AUC* 130, 70 (1912), 427-452.
- Riso Pastron S., Luis. *La Línea de la Frontera con la República Argentina Entre las Latitudes 27° i 31° S*. Santiago de Chile: Imprenta i Encuadernación Universitaria, 1907.
- Root, Elihu. “The Pan-American Spirit.” *The Outlook* (Oct 20, 1906), 409-411.
- Rowe, Leo S. “The Pan-American Scientific Congress.” *The American Review of Reviews* 39 (May 1909), 597-600.
- *The United States and Porto Rico, with special reference to the problems arising out of our contact with the Spanish-American civilization*. New York: Longmans, Green, & Co, 1904. “The Second Pan American Scientific Congress.” *Bulletin of the Pan American Union* 41, 6 (December 1915), 757-804.
- “Second Pan American Scientific Congress.” *Scientific American* 114 (April 1916), 344.
- Second Pan American Scientific Congress. *Proceedings of The Second Pan American Scientific Congress, Washington, U.S.A. December 27, 1915 to January 8, 1916*. 11 vols. Washington D.C.: U.S GPO, 1917.
- Secretaría de Relaciones Exteriores. *Acta Final del Séptimo Congreso Científico Americano*. México D. F.: Imprenta de la Secretaría de Relaciones Exteriores, 1936.
- Segunda Reunión del Congreso Científico Latino Americano (Montevideo). *Parte I-Organización y Resultados Generales del Congreso*. Montevideo: Tip y Enc. Libro Inglés, 1901.
- Segundo Congreso Médico Pan-Americano. *Memorias del Segundo Congreso Médico Pan-Americano verificado en la ciudad de México D.F., Noviembre 16-19 de 1896*. San Francisco: Hoeck y Compañía Impresores y Editores, 1898.
- Séptimo Congreso Científico Americano. *General Information on the Seventh American Scientific Congress*. México D. F.: Talleres Gráficos de la Nación, 1932.
- Shepherd, William. “The First Pan-American Scientific Congress” *The Outlook* 89 (June 20, 1908), 379-383
- “The Scientific Congress at Santiago.” *Columbia University Quarterly* (June 1909), 332-337.
- Sociedad Científica Alemana de Santiago. *Los Alemanes en Chile*. vol 1. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1910. de Souza Sá Vianna, Dr. Manoel Avalro. *Arbitragem Internacional, 2º Congresso Científico Latino Americano*. Rio de Janeiro: typ.

- Aldina, 1901.
- Tafelmacher, A. “Sobre El Teorema de Fermat.” *AUC* 82 (Nov-Apr 1892-1893), 415-437.
- Terceira Reunião do Congresso Científico Latino-Americano. *1º Boletim: Trabalhos Preparatorios ate 31 de dezembro de 1903, Terceira Reunião do Congresso Científico Latino-Americano*. Rio de Janeiro: Imprenta Nacional, 1904.
- Tercer Congreso Médico Pan-Americano. *Actas de las sesiones y memorias presentadas al Tercer Congreso Médico Pan-Americano, Habana (Cuba) 4-7 de febrero de 1901* Habana: La Moderna Poesía, 1902.
- United States, Department of Commerce. *Outline of Operations of Certain Bureaus in Promoting Science and Trade*. Pan American Scientific Congress Edition. Washington D.C.: U.S GPO, 1915.
- Vargas, Víctor M. “Algunas observaciones sobre el Proyecto de Código de Minería presentado al Director de la Sociedad Nacional de Minería.” *AUC* 113 (1903), 541-563.
- Verhandlungen des Deutschen Wissenschaftlichen Vereins*. Valparaiso: Imprenta del Universo de Guillermo Helfmann, 1885- 1902.
- Vicuna, Augusto. “American and European Mentailty.” *Bulletin of the International Bureau of the American Republics* (October 1908), 705-708.
- Wargny, Carlos. “Historia de las matemáticas” *AUC* 121 (July-Dec 1907).
- World Peace Foundation, “Second Pan American Scientific Congress” *The New Pan Americanism; Pamphlet Series*, 6, 2 (April 1916).
- Zegers, Luis L. “Los Progresos de la electricidad i el descubrimiento del Profesor Roentgen.” *AUC* 98 (July - Dec 1897), 881-904.
- “Las ciencias físicas i la radio-actividad.” *AUC* 119 (July-Dec, 1906), 35-61.
- Ziegler, Wilhelm. “Ideas generales sobre la enseñanza de la física en Chile.” *AUC* 118 (Jan-June 1906), 1-19.
- “Aplicaciones del tubo de rayos catódicos de Wehnelt.” *AUC* 143 (Jan-Feb 1919), 77-91.

### Recursos Secundarios

- Abbott, Andrew. *The System of the Professions: An Essay on the Division of Expert Labor*. Chicago: The University of Chicago Press, 1988.
- d’Abro, A. *The Rise of the New Physics: Its Mathematical and Physical*

- Theories*, 2 vols. New York: Dover Publications, 1951.
- Adas, Michael. *Machines as the Measure of Men: Science, Technology, and Ideologies of Western Dominance*. Ithaca: Cornell University Press, 1989.
- Adlunate Phillips, Arturo. *Chile mira hacia las estrellas: pequeña historia astronómica*. Santiago de Chile: Editora Nacional Gabriela Mistral, LTDA, 1975.
- Aftalion, F. *A History of the International Chemical Industry*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1991.
- De Alencar Alves, José Jerónimo. "Novos paradigmas da ciência e os engenheiros cientistas no Brasil de início do século XX." *Quipu* 12,3 (Sept-Oct 1999), 333-342.
- Allen, Garland E. *Life Sciences in the Twentieth Century*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1975.
- Apffel-Marglin, Frédérique. *Smallpox in two systems of knowledge*. Helsinki, Finland: World Institute for Development Economics Research of the U.N. University, 1988.
- Appleby, Joyce and Lynn Hunt, and Margaret Jacob. *Telling the Truth About History*. New York: W. W. Norton, 1994.
- Arabatzis, Theodore. "Rethinking the 'Discovery' of the Electron." *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics* 27B, 4 (Dec 1996), 405-436.
- Arana Soto, Salvador. *Puerto Rico, sociedad sin razas y trabajos afines*. San Juan: Asociación de Médicos de Puerto Rico, 1976.
- Arnold, David, ed. *Warm Climates and Western Medicine: The Emergence of Tropical Medicine, 1500-1900*. Amsterdam: Rodopi, 1996.
- Arora, Ashish, Ralph Landau and Nathan Rosenberg, eds. *Chemicals and Long-Term Economic Growth: Insights from the Chemical Industry*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- Ashford, Bailey K. *A Soldier in Science: The Autobiography of Bailey K Ashford*. New York: William Morrow and Co, 1934.
- Asimov, Isaac. *A Short History of Chemistry*. New York: Doubleday, 1965.
- *Historia del Telescopio*. transl. Néstor Míguez. Madrid: Alianza Editorial, 1986.
- Atiken, Robert G. "Biographical Memoir of Heber Doust Curtis, 1872-1942." *Biographical Memoirs*, 23. National Academy of Sciences, 274-294.
- Babini, José. *Historia de la ciencia en la Argentina*. Buenos Aires: Ediciones Solar, 1986.
- Badash, Lawrence. "The Completeness of Nineteenth Century Science." *ISIS* 63 (1972), 48-58.

- Bailey, Samuel L. "The adjustment of Italian immigrants in Buenos Aires and New York, 1870-1914." *AHAR* 88, 2 (April 1983), 281-305.
- Baratas Díaz, Luis Alfredo and Joaquín Fernández Pérez. "La enseñanza universitaria de las ciencias naturales durante la Restauración y su reforma en los primeros años del Siglo XX." *Llull* 15 (1992), 7-34. "Dr. Thomas Barbour." *Nature* 157 (Feb 23, 1946), 220.
- Barkan, Diana Kormos. *Walter Nernst and the Transition to Modern Physical Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- Bartolucci, Jorge. "Formación tardía de las comunidades científicas. El caso de los astrónomos mexicanos." *Quipu* (Sept-Dec 1991), 361-77.
- Basalla, George. "The Spread of Western Science." *Science* 156 (1967), 611-622.
- Basu, Aparajito. "Chemical Research in India, 1876-1918." *Annals of Science* 52 6 (1995), 591-600.
- Bauer, Hugo. *A History of Chemistry*, transl. R. V. Stanford. London: Edward Arnold, 1907.
- Beale, Howard K. *Theodore Roosevelt and the Rise of America to World Power*. New York: Collier Books, 1956.
- Beer, John Joseph. *The Emergence of the German Dye Industry*. Urbana: University of Illinois Press, 1959.
- Beisner, Robert. *Twelve Against Empire: The Anti-Imperialists, 1898-1900*. Chicago: University of Chicago Press, 1985.
- Bell, E. T. *Men of Mathematics*. New York: Simon and Schuster, 1986.
- Beredjick, Nicky, ed. *Problems and Prospects of the Chemical Industries in the Less Developed Countries: Case Histories*. New York: American Chemical Society, 1970.
- Bertol Domingues, Heloisa Maria. "As Demandas Científicas e a Participação do Brasil nas Exposições Internacionais do Séculos XIX." *Quipu* 12, 2 (May-Aug 1999), 217-230.
- Bethell, Leslie. "Britain and Latin America in historical perspective." In *Britain and Latin America: a changing relationship*. ed. Víctor Bulmer-Thomas, 1-24. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- Bethell, Leslie, ed. *Latin America since 1930, Part 1: Economy and Society* (Cambridge: Cambridge University Press, 1984), vol. 6., *Cambridge History of Latin America*
- Bigelow, Henry B. "Thomas Barbour, 1884-1946." *Biographical Memoirs*. National Academy of Science 27 (1952), 13-27.
- Bilbao, Francisco. *La América en Peligro*, reprint. Santiago de Chile: Ediciones Ercilla, 1941.

- Bingham, Alfred M. *Portrait of an Explorer: Hiram Bingham, Discoverer of Machu Picchu*. Ames: Iowa State University Press, 1989.
- Bingham, Jonathan B. *Shirt Sleeve Diplomacy: Point Four in Action*. New York: Books for Libraries Press, 1954.
- Black, Stephen. "The sulphur, phosphorus, nitrogen, and chlor-alkali industries." In *The Chemical Industry*. ed. Alan Heaton, 189-213. London: Blackie Academic & Professional, 1994.
- Blakemore, Harold. *British Nitrates and Chilean Politics, 1886-1896: Balmaceda and North*. London: Athlone Press, 1974.
- Bloch, Marc. *The Historian's Craft*. New York: Vintage Books, 1953.
- Bonnet Jr., Juan and José R. Escabí Perez, eds., *Ciencia y Política en Puerto Rico*. San Juan, PR: Ateneo Puertorriqueño, 1990.
- Bowler, Peter J. *Evolution: The History of an Idea*. Berkeley: University of California Press, 1989.
- Bowler, Peter J. *The Eclipse of Darwinism: Anti-Darwinian Evolution Theories in the Decades around 1900*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1983.
- Brock, William H. *The Norton History of Chemistry*. New York: W. W. Norton, 1992.
- Brockway, Lucille. *Science and Colonial Expansion: The Role of the British Royal Botanic Gardens*. New York: Academic Press, 1979.
- de Broglie, Louis. *The Revolution in Physics: A Non-mathematical Survey of Quanta*. transl. Ralph W. Niemeyer. New York: Noonday Press, 1953.
- Bromley, Rosemary D. F. and Ray Bromley, *South American Development: A geographical introduction* Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- Browne, Warren. *Titan vs Taboo: The Life of William Benjamin Smith*. Tucson, Arizona: The Diogenes Press, 1961.
- Braun, T. and W. Gläznel. "A Topographical Approach to World Publication Output and Performance in the Sciences, 1981-1985." *Scientometrics* 19,3-4 (1990), 159-165.
- Brooke, John Hedley. *Science and Religion: Some Historical Perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- Brush, Stephen G. *The Kind of Motion We Call Heat: A History of the Kinetic Theory of Gases in the 19th Century*, 2 vols. Amsterdam: North-Holland Publishing Co, 1976.
- "Nineteenth-Century Debates about the Inside of the Earth: Solid, Liquid, or Gas?" *Annals of Science* 36 (1970), 225-254.
- Buchwald, Jed Z. *From Maxwell to Microphysics: Aspects of Electromagnetic Theory in the Last Quarter of the Nineteenth Century*. Chicago: University of Chicago Press, 1985.

- Bunge, Augusto. *La Guerra del Petróleo en la Argentina*. Buenos Aires: Imprenta La Rafica, 1937.
- Burns, E. Bradford. *The Poverty of Progress: Latin America in the Nineteenth Century*. Berkeley: University of California Press, 1980.
- Burt, E. A. *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*. Atlantic Highlands, NJ: Humanities Press, 1952.
- Butterfield, Arthur D. *A History of the Determination of the Figure of the Earth from Arc Measurements*. Worcester, MA: The Davis Press, 1906.
- Butterfield, Herbert. *The Origins of Modern Science, 1300-1800*. New York: MacMillan & Co., 1958.
- Brown, Jonathan C. *Oil and Revolution in México*. Berkeley: University of California Press, 1993.
- Cahan, David. "From Dust Figures to the Kinetic Theory of Gases: August Kundt and the Changing Nature of Experimental Physics in the 1860's and 1870's." *Annals of Science* 47 (1990), 151-172.
- Camacho, Horacio H. *Las ciencias naturales en la Universidad de Buenos Aires: Estudio histórico*. Buenos Aires: Eudeba Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1971.
- Cannon, Dorothy F. *Explorer of the Human Brain: The Life of Santiago Ramon y Cajal, 1852-1934*. New York: Henry Schuman, 1949.
- Cardoso Dias, Pehna Maria. "Clausius and Maxwell: The Statistics of Molecular Collisions (1857-1862)." *Annals of Science* 51, 3 (1944), 249-262.
- Cariola, Carmen and Osvaldo Sunkel. "The Growth of the Nitrate Industry and Socioeconomic Change 1880-1930." In *The Latin American Economies: Growth and Export Sector, 1880-1930*. eds., Roberto Cortes and Shane J Hunt, 137-255. New York: Holmes and Meier, 1985.
- Carlton, D.G. *Positivist Thought in France during the Second Empire*. Oxford: Clarendon Press, 1959.
- Carr, Edward Hallett. *What is History?*. New York: Vintage Books, 1961.
- Chandrasekhar, S. *Truth and Beauty: Aesthetics and Motivations in Science* (Chicago: The University of Chicago Press, 1987).
- Gillispie, Charles Coulston. *Science and Polity in France at the end of the old regime*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1980.
- , ed. *Dictionary of Scientific Biography*. New York: Scribner, 1970.
- Cerriotti, Antonio. "Enrique Herrero Ducloux." *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas* (Química y Farmacia) 8, 1(1933), 1-68.
- Cespedes, Mario and Lelia Garreaud. *Gran diccionario de Chile* :

- biográfico-cultural*, 2ª. ed. Santiago, Chile : Importadora Alfa, 1988.
- Chambers, David Wade. "Period and Process in Colonial and National Science." In Reingold, 297-321.
- Chandler, Philip. "Clairaut's Critique of Newtonian Attraction: Some Insights into his Philosophy of Science." *Annals of Science* 32, 4 (1975), 369-378.
- Chayut, Michael. "J. J. Thomson: The Discovery of the Electron and Chemists." *Annals of Science* 48 6 (1991), 527-544.
- Cortes, Mariluz and Peter Bobcock. *North-South Technology Transfer: A Case Study of Petrochemicals in Latin America*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984.
- Cortes, Roberto and Shane J. Hunt, eds. *The Latin American Economies: Growth and Export Sector, 1880-1930*. New York: Holmes and Meier, 1985.
- Crichton, Judy. *America 1900: The Turning Point*. New York: Henry Holt & Co, 1998.
- Crick, Malcolm R. "Anthropology of Knowledge," *Annual Review of Anthropology* 11 (1982), 287-313.
- Crosland, Maurice P. "Aspects of International Scientific Collaboration and Organization Before 1900." In *Human Implications of Scientific Advance*. ed. E. G. Forbes, 114-125. Edinburgh: University Press, 1977.
- "The Congress of Definitive Metric Standards, 1798-199, The First International Scientific Conference?" *ISIS* 60, 202 (1969), 226-271.
- "History of Science in a National Context" *BJHS* 10, 35 (1977), 95-113
- Crow, John A. *The Epic of Latin America*. Berkeley: University of California Press, 1992.
- Cueto, Marcos, ed. *Missionaries of Science: The Rockefeller Foundation and Latin America*. Bloomington: Indiana University Press, 1994.
- Curti, Merle and Kendall Birr. *Prelude to Point Four: American Technical Missions Overseas, 1830-1938*. Madison: University of Wisconsin Press, 1954.
- Dag, G. "Cocaine abuse in North America: a milestone in history." *Journal of Clinical Pharmacology* 33,4 (April 1993), 276-310.
- Davidson, Charles. *The Founders of Seismology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1927.
- *Studies in the Periodicity of Earthquakes*. London: Thomas Murby & Co., 1938.
- Davis, Edward I. "Waterston, Rankine, and Clausius on the Kinetic

- Theory of Gases." *ISIS* 61 (1970), 105-6.
- Delaporte, Francois. *The History of Yellow Fever An Essay on the Birth of Tropical Medicine*, transl. Arthur Goldhammer. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- Demas, William G. *The Economics of Development in Small Countries with Special Reference to the Caribbean*. Montreal: McGill University Press, 1965.
- Diccionario biográfico de Chile*. Santiago, Chile : Soc. imp. y lit. Universo, 1936.
- Dijksterhuis, E. J. *The Mechanization of the World Picture: Pythagoras to Newton*, transl. C. Dikshoorn., Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986.
- Dolby, R.G.A. "The Transmission of Science." *History of Science* 15 (1977), 1-43.
- Dos Santos, Theotonio. "The Structure of Dependence," *American Economic Review* 38 (August 1973):424-438.
- "Ducci, José Kallens." *Diccionario Historico Biografico y Bibliografico de Chile*, ed. V. Figueroa, vol. 2, 610-613. Santiago de Chile: Balse Ils & Co, 1928.
- Duerbeck, H. W., D. E. Osterbrock, L. H. Barrera S. R. Leiva. "Halfway from La Silla to Paranal in 1909." *The Messenger* 95 (March 1999), 34-37.
- Dupree, A Hunter. *Science in the Federal Government: A History of Policies and Activities*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1986.
- Dutton, William S. *Du Pont: One Hundred and Forty years*. New York: Charles Scribner's Sons, 1942.
- ECLA, *Development Problems in Latin America*. Austin: University of Texas Press, 1970.
- Elkana, Yehuda. "A Programmatic Attempt at an Anthropology of Knowledge." In *Sciences and Cultures*. eds. Everett Mendelsohn and Yehuda Elkana, 1-76. Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishers, 1981.
- Ellul, Jacques. *Propaganda: The Formation of Men's Attitudes*. New York: Knopf, 1965.
- Epstein, Daniel "Malaria called Failure, Puzzle, Challenge." *Pan American Health Organization News Release* (June 21, 1991).<http://www.eurekalert.org/releases/paho-mcf062199.html>.
- Ettling, John. *The Germ of Laziness: Rockefeller Philanthropy and Public Health in the New South*. Cambridge: Harvard University Press, 1981.
- Ewell, Raymond. "World survey of fertilizer production, consumption,

- and international trade.” In *Fertilizer Production, Technology and Use: Papers presented at the Un Interregional Seminar on the Production of Fertilizers, Aug 24-Sept 11 1965* United Nations, 1-19. New York: UN, 1968.
- Falconer, Isobel. “Corpuscles, Electrons, and Cathode Rays: J. J. Thomson and the ‘Discovery of the Electron’.”, *BJHS* 20 (1987), 241-276.
- Fanon, Frantz. *The Wretched of the Earth*. New York: Grove Press Inc., 1963.
- Ferrari, Roberto A. “Un caso de difusión de nuestra ciencia: Presencia de científicos alemanes en el Instituto Nacional del Profesorado Secundario (1906-1915) y de sus discípulos en la Facultad de Química Industrial de Santa Fe (1920-1955),” *Saber y Tiempo* 4, 1 (1997), 423-448.
- Figuroa, Virgilio. *Diccionario histórico, biográfico y bibliográfico de Chile*, 5 vols. Santiago de Chile, Establecimientos Gráficos Balcells, 1925-31.
- Figuroa, Pedro Pablo. ed. *Diccionario Biografico de Extranjeros en Chile*. 2 vols. Santiago de Chile: Imprenta Moderna, 1900.
- Fischer, David Hackett. *Historian's Fallacies: Toward a Logic of Historical Thought* (New York: Harper and Row Publishers, 1970).
- Fitzpatrick, Joseph P. *Puerto Rican American: The Meaning of Migration to the Mainland*, 2nd edition., Engelwood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1987.
- Fogg, Stephen Lockhart. “Positivism in Chile and its Impact on Education, Development, and Economic Thought, 1870-1891.” Ph.d. thesis., New York University, 1978.
- Forman, Paul. “Independence, not Transcendence for the Historian of Science.” *ISIS* 82 (1991), 71-86.
- Forman, Paul, John Heilbron, and Spencer Weart. *Physics ca 1900. Personnel, Funding, and Productivity of the Academic Establishments*. vol 5. *Historical Studies in the Physical Sciences*. 1975 ed. Russell McCormach. Princeton: Princeton University Press, 1975.
- Fortes, Jacqueline and Larissa Adler Lomnitz. *Becoming a Scientist in México: The Challenge of Creating a Scientific Community in an Underdeveloped Country*. University Park, Penn: Pennsylvania State University Press, 1994.
- Franklin, Sarah. “Science as Culture, Culture as Science.” *Annual Review of Anthropology* 24 (1995), 163-84.
- Freeman, Chris and Luc Soete. *The Economics of Industrial Innovation*, 3rd ed., Cambridge, MA: MIT Press, 1999.
- Friedman, Rancis L. and Leo Sartori. *The Classical Atom*. Reading,

- MA: Addison-Wesley Publishing Co, 1965.
- Fuenzalida Grandon, Alejandro, *Lastarria i su tiempo, 1817-1888: su vida, obras, e influencia en el desarrollo político e intelectual de Chile*. 2 vols. Santiago de Chile: Imprenta, Litografía i Encuadernación Barceloa, 1911,
- Fukuyama, Francis. *Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity*. New York: Simon & Schuster, 1995.
- Funkenstein, Amos. *Theology and the Scientific Imagination, from the middle ages to the seventeenth century*. Princeton: Princeton University Press, 1986.
- Gaillard, Jacques. *Scientists in the Third World*. Lexington: University Press of Kentucky, 1991.
- Galdames, Luis. *Valentín Letelier y Su Obra, 1852-1919*. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1937.
- Garland, George D. *Introduction to Geophysics: Mantle, Core, and Crust*. Philadelphia: W. B. Saunders Co, 1971.
- Garrett, James L. “the Beagle Channel: Confrontation and Negotiation in the Southern Cone” *Journal of Interamerican Studies and World Affairs* 27,3 (Fall 1985), 81-110
- Gavroglu, Kostas. ed. *The Sciences in the European Periphery During the Enlightenment*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.
- Ghatak, Subrata. *Technology Transfer to Developing Countries: The Case of the Fertilizer Industry*. Greenwich, Conn: JAI Press Inc., 1981.
- Gibson, John M. *Physician to the World: The Life of General William C. Gorgas*. Durham, NC: Duke University Press, 1950.
- Gilmore, David D. *Manhood in the Making: Cultural Concepts of Masculinity* (New Haven: Yale University Press, 1990).
- Ginerich, Owen, ed. *Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950: part A*. In *The General History of Astronomy*, ed. Michael Hoskin, vol 4. Cambridge: Cambridge university Press, 1984.
- von Gizycki, Rainald. “Centre and Periphery in the International Scientific Community: Germany, France and Great Britain in the 19th Century.” *Minerva* 21 (1973), 474-494.
- Glick, Thomas F., ed. *The Comparative Reception of Darwinism*. . Austin, University of Texas Press, 1972.
- Goldberg, Stanley and Roger H. Stuewer, eds. *The Michelsonian Era in American Science, 1870-1930*. New York: American Institute of Physics, 1988.
- Goldstein, Martin and Inge F. Goldstein. *The Refrigerator and the Universe: Understanding the Laws of Entropy*. Cambridge:

- Harvard University Press, 1993.
- Good, Byron J. *Medicine, Rationality, and experience: An anthropological perspective*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- Goonatilake, Susantha. "Modern Science and the Periphery: The Characteristics of Dependent Knowledge," In *The 'Racial' Economy of Science: Toward a Democratic Future*, Sandra Harding, ed., Bloomington: Indiana University Press, 1993, 259-274.
- Gootenberg, Paul. *Imagining Development: Economic Ideas in Peru's "Fictitious Prosperity" of Guano, 1840-1880*. Berkeley: University of California Press, 1993.
- Gordon, Lincoln. *A New Deal for Latin America*. Cambridge: Harvard University Press, 1963.
- Gorgas, William Crawford. *Sanitation in Panama*. New York: D Appleton & Co, 1915.
- Goran, Morris. *The Story of Fritz Haber*. Norman: University of Oklahoma Press, 1967.
- Giffirin, Charles C. "The States of Latin America." In *The New Cambridge Modern History*. vol 11. *Material Progress and World-Wide Problems, 1870-1898*. ed. F. H. Hinsley, 536-541. Cambridge: Cambridge University Press, 1970.
- Graham, Richard. *Britain and the Onset of Modernization in Brazil, 1850-1914*. Cambridge: Cambridge University Press, 1972.
- Graham, Sandra Lauderdale. *House and Street: The Domestic World of Servants in Nineteenth Century Rio de Janeiro*. Austin: University of Texas Press, 1988.
- Greve, Ernesto. *Barros Arana y la cuestión de límites entre Chile y Argentina*. Santiago de Chile: Ediciones de los Anales de la Universidad de Chile, 1958.
- Gross Paul R. and Norman Levitt. *Higher Superstition: The Academic Left and its Quarrels with Science*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994.
- Guiliani, G. and P. Marazzini. "The Italian Physics Community and the Crisis of Classical Physics: New Radiations, Quanta, and Relativity (1896-1925)." *Annals of Science* 51, 4 (1994), 355-390.
- Gunter Frank, Andre, ed. *Capitalism and Underdevelopment in Latin America: Historical Studies of Chile and Brazil*. New York: Monthly Review Press, 1969.
- Gwyne, Robert N. *Industrialization and Urbanization in Latin America*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1986.
- Haber, L. F. *The Chemical Industry, 1900-1930: International Growth and Technological Change*. Oxford: Clarendon Press, 1971.
- Haber, Stephen. *How Latin America Fell Behind: Essays on the Economic Histories of Brazil and México, 1800-1914*. Sanford:

- Stanford University Press, 1997.
- Habib, S. Irfan and Dhruv Raina. "The Introduction of Scientific Rationality into India: A Study of Master Ramachandra—Urdu Journalist, Mathematician and Educationalist." *Annals of Science* 46, 6 (1989), 597-610.
- Hale, Charles A. *The Transformation of Liberalism in 19th Cent México*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1989.
- Hall, A. R. "Medicine and the Royal Society," In *Medicine in Seventeenth Century England: A symposium held at UCLA in honor of C. D. O'Malley*, ed. Allen G. Debus, 153-174. Berkeley: University of California Press, 1974
- Happold, F. C. *Mysticism: A Study and An Anthology*. New York: Penguin Books, 1970.
- Haraway, Donna. "Teddy Bear Patriarchy: Taxidermy in the Garden of Eden, New York City, 1908-1936," In *Cultures of U.S Imperialism*, Amy Kaplan and Donald Pease, eds., Durham, NC: Duke University Press, 1993.
- Harding, Sandra. "Is Science Multicultural? Challenges, Resources, Opportunities, Uncertainties." *Configurations* 2 (1994), 301-330.
- *Is Science Multicultural?: postcolonialism, feminism, and epistemologies* Bloomington, Ind: Indiana University Press, 1998.
- , ed. *The 'Racial' Economy of Science: Toward a Democratic Future*. Bloomington: Indiana University Press, 1993.
- Hardy, G. H. *A mathematician's apology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.
- Harrison, Lawrence. *Underdevelopment is a State of Mind: The Latin American Case*. Lanham, MD: Center for International Affairs, Harvard University, 1985.
- Hawley, Gessner G. *Small Wonder: The Story of Colloids*. New York: Alfred A Knopf, 1947.
- Headrick, Daniel R. *The Tentacles of Progress: Technology Transfer in the Age of Imperialism, 1850-1940*. New York: Oxford University Press, 1988.
- *The Tools of Empire: Technology and European Imperialism in the Nineteenth Century*. New York: Oxford University Press, 1981.
- Healy, David. *U.S Expansionism: The Imperialist Urge in the 1890's*. Madison: University of Wisconsin Press, 1970.
- Heims, Steve J. *John von Neuman and Norbert Weiner: From Mathematics to the Technologies of Life and Death*. Cambridge: MIT Press, 1987.
- Heise, Julio G. *Historia de Chile, El Periodo Parlamentario, 1861-1925*. Santiago de Chile: Editorial Andres Bello, 1974.
- Herivel, J. W. "Aspects of French Theoretical Physics in the Nineteenth

- Century,” *British Journal for the History of Science* 3, 10 (1966), 109-132.
- Hernshaw, J. B. *The analysis of Starlight: One Hundred and Fifty Years of Astronomical Spectroscopy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.
- Herrera, Amílcar Óscar. *Ciencia y Política en América Latina*. México DF: Siglo XXI Editores, 1971.
- Hess, David J. *Spirits and Scientists: Spiritism, Ideology, and Brazilian Culture*. University Park: Pennsylvania State University Press, 1981.
- Hitzerth, Deborah. *Telescopes: Searching the Heavens*. San Diego: Lucent Books, 1991.
- Hoffmann, Banesh. *Albert Einstein: Creator and Rebel*. New York: Penguin Books, 1972.
- Hofstadter, Richard. *Anti-Intellectualism in American Life*. New York: Vintage Books, 1963.
- Home, R. W. “The Problem of Intellectual Isolation in Scientific Life: W. H. Bragg and the Australian Scientific Community, 1886-1909.” *Historical Records of Australian Science* 6 (1985), 19-30.
- Hopkins, Robert S. *Darwin's South America*. New York: John Day Co., 1969.
- Horney, Karen. *Our Inner Conflicts: A Constructive Theory of Neurosis*, reprint 1945. New York: W. W. Norton, 1972.
- Horton, Gerald. “Einstein, Michelson, and the ‘Crucial’ Experiment.” *ISIS* 60, 292 (Summer 1969), 133-198.
- Horton, Robin. “African Traditional Thought and Western Science,” *Africa* 37 (1967), 50-70, 155-185.
- Horton, Robin and Ruth Finnegan, eds. *Modes of Thought*. London: Faber and Faber, 1973.
- Hoskin, M. A. “‘The Great Debate’: What Really Happened,” *Journal for the history of Astronomy* 7 (1976), 169-182.
- “Ritchey, Curtis and the Discovery of Novae in Spiral Nebulae.” *Journal for the History of Astronomy* 7 (1976), 47-53.
- Hounshell, David A. *From the American System to Mass Production: The Development of Manufacturing Technology in the United States, 1800-1932*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984.
- Hounshell, David A. and John Kenly Smith Jr. *Science and Corporate Strategy: Du Pont R&D, 1902-1980*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- Howard A. Kelly, *Walter Reed and Yellow Fever*. Baltimore: Norman, Remington Co, 1923.

- Hughes, Thomas Parke. *Science and the Instrument-maker: Michelson, Sperry, and the Speed of light*. Washington DC: Smithsonian Institution Press, 1976.
- Hund, Friederich. *The History of Quantum Theory*. transl. Gordon Reece. New York: Harper & Row, 1974.
- Hunt, Bruce J. “The Origins of the Fitzgerald Contraction.” *BJHS* 21 (1988), 67-76.
- *The Maxwellians*. Ithaca: Cornell University Press, 1991.
- Hunt, Shane J. “Growth and Guano in Nineteenth-Century Peru.” In *The Latin American Economies: Growth and Export Sector, 1880-1930*, eds., Roberto Cortes and Shane J. Hunt, 255-319. New York: Holmes and Meier, 1985.
- Huston, Patricia. “Intellectual racism?.” *Canadian Medical Association Journal* 153 (1995), 1219.
- Ihde, Aaron J. *The Development of Modern Chemistry*. New York: Harper and Rowe, 1964.
- Inkster, Ian. “Scientific Enterprise and the Colonial ‘Model’: Observations on Australian Experience in Historical Context.” *Social Studies of Science* 15 (1985), 677-704.
- Inman, Samuel Guy. *Inter-American Conferences 1826-1954: History and Problems*, Washington DC: University Press, 1965.
- *Problems in Pan Americanism*. New York: George H Doran Co, 1925.
- Jacobs, J. A., R. D. Russell, and J. Tuzo Wilson. *Physics and Geology*. New York: McGraw-Hill Book & Co, 1959.
- Jaffe, Bernard. *Michelson and the Speed of Light*. Westport, Connecticut: Greenwood Press, 1960.
- Jefferson Davis, William. *Tacna and Arica: An Account of the Chile-Peru Boundary Dispute and the Arbitrations by the United States*, reprint 1931 (New York: Archon Books, 1967).
- Jessup, Phillip C. *Elihu Root*. 2 vols. New York: Dodd, Mead and Co., 1938.
- Johnson, Jeffrey Allan. *The Kaiser's Chemists: Science and Modernization in Imperial Germany*. Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1990.
- Johnson, Jeffrey A. “Academic, Proletarian...Professional? Shaping Professionalization for German Industrial Chemists, 1887-1920.” In *German Professions, 1800-1950* eds., Geoffrey Cocks and Konrad H. Jarausch, 123-142 New York: Oxford University Press, 1990.
- Jones, J. “The rise of the modern addict.” *American Journal of Public*

- Health* 8, 1 (Aug 1995), 1157-62.
- Jungnickel, Christa and Russell McCormach, *Intellectual Mastery of Nature: Theoretical Physics from Ohm to Einstein*, 2 vols. Chicago: University of Chicago Press, 1986.
- Kennedy, Paul. *The Rise and Fall of the Great Powers: Economic Change and Military Conflict from 1500 to 2000*. New York: Vintage Books, 1989.
- Kevles, Daniel J. *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.
- Kohlstedt, Sally Gregory and Margaret W. Rossiter. "Historical Writing on American Science", *Osiris*, vol 1, 2nd series, (1985).
- Kim, Yung Sik. "Problems and Possibilities in the Study of the History of Korean Science." *Osiris*, 13 (1998), 48-79.
- Kingland, Sharon. "Abbott Thayer and the Protective Coloration Debate." *Journal of the History of Biology* 11, 2 (Fall 1978), 223-244.
- Kleinman, Daniel Lee. *Politics on the Endless Frontier: Postwar Research Policy in the United States*. Durham, NC: Duke University Press, 1995.
- Kline, Robert and Trevor Pinch. "Users as agents of technological change: The social construction of the automobile in rural United States." *Technology and Culture* 37 (1996), 763-95
- Koestler, Arthur. *The Watershed: A Biography of Johannes Kepler*. Lanham, MD: United Press of America, 1960.
- Kox, A. J. "H. A. Lorentz's Contributions to Kinetic Gas Theory." *Annals of Science* 47 (1990), 591-606.
- Kraugh, Helge. *Quantum Generations: A History of Physics in the Twentieth Century*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999.
- Kudo, Akira. "Japanese Technology Absorption of the Haber-Bosch Method: The Case of the Taki Fertilizer Works," In *The Transfer of International Technology: Europe, Japan and the USA in the Twentieth Century*. ed., David J. Jeremy, 33-57. Aldershot, England: Edwar Elgar Pub., 1992.
- Labarca H., Amanda. *Historia de la Enseñanza en Chile*. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1939.
- Lafuente, Antonio and Antonio J. Delgado. *La geometrización de la Tierra: Observaciones y resultados de la Expedición Geodésica*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1984.
- Lakatos, Imre. *The Methodology of Scientific Research Programs*.

- Cambridge: Cambridge University Press, 1978.
- and A. Musgrave, eds. *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1970.
- Landy, David, ed. *Culture, Disease, and Healing: Studies in Medical Anthropology*. New York: Macmillan Publishing Co., 1977.
- Lankford, John. *American Astronomy, Community, Careers, and power, 1859-1940*. Chicago: University of Chicago Press, 1997.
- Lastarria, Jose V. "Investigaciones sobre la influencia social de la conquista i del sistema colonial de los Españoles en Chile." In *Obras Completas*. ed. Alejandro Fuenzalida Grandon., vol. 7. Santiago, Chile: Litografía i Encuadernación Barcelona, 1906.
- Layton, Edwin. "Mirror-image twins: the communities of science and technology in 19th-century America." *Technology and Culture* 12 (1971), 562-80.
- Learner, Max. *America as a Civilization: Life and Thought in the United States Today*, 13<sup>th</sup> ed. New York: Henry Holt & Co, 1987.
- Leithold, Louis. *The Calculus with Analytic Geometry*. 5th ed. New York: Harper & Row Publ., 1986.
- Leonard, M. "Carl Koller: Mankind's greatest benefactor? The story of local anesthesia." *Journal of Dental Research* 77, 4 (April 1998), 535-8.
- Leopold, Richard William . *Elihu Root and the Conservative Tradition*. Boston: Little, Brown & Co. 1954.
- Levy-Bruhl, Lucien. *History of Modern Philosophy in France*. reprint. Chicago: Open Court Publishing Co, 1924.
- Lindley, David. *Boltzmann's Atom: The Great Debate That Launched a Revolution in Physics*. New York: The Free Press, 2001.
- Lipp, Simon. *Three Chilean Thinkers: Francisco Bilbao, Valentin Letelier, and Enrique Molina*. Waterloo, Canada: McGill University, 1975.
- Lipsett, Seymour Martin. *The First New Nation: The United States in Historical and Comparative Perspective*. New York: W.W. Norton, 1979.
- "Values, Education, and Entrepreneurship." In *Elites in Latin America*, eds., Seymour Martin Lipsett and Aldo Solari, 3-60. London: Oxford University Press, 1967.
- Lockey, Joseph Byrne. *Essays in Pan-Americanism*. Port Washington, New York: Kennikat Press, 1939.
- Lopez Fernandez, Carlos. "Análisis temático de la producción en física recogida en los Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química durante el periodo (1940-1975)." *Llull* 9 (1986), 105-126.

- Lopez Fernandez, Carlos and Manuel Valera Candel. "Estudio Bibliométrico - multivariante de los artículos de física publicados en los Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química durante el Periodo Franquista (1940-1975)." *Llull* 6 (1983), 37-56.
- Loveman, Brian. *Chile: The Legacy of Hispanic Capitalism*. New York: Oxford University Press, 1979.
- Lowenthal, David. *The Past is a Foreign Country*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- McAuley, J. E. "Carl Koller—the man and the drug." *Dental History* 11 (October 1985), 21-6.
- McCormach, Russell. "H. A. Lorentz and the Electromagnetic View of Nature." *ISIS* 61, 4 (Winter 1970), 459-498.
- McCullough, David. *The Path Between the Seas: The Creation of the Panama Canal, 1870-1914*. New York: Simon & Schuster, 1977.
- Macdonald, Michael. "Anthropological perspectives on the history of science and medicine." In *Information Sources in the history of science and medicine*. eds. Pietro Corsci and Paul Weindling, 61-80. London: Butterworth Scientific, 1983.
- McGucken, William. *Nineteenth Century Spectroscopy: Development of the Understanding of the Spectra, 1802-1897*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1969.
- MacLeod, Roy. "On Visiting the 'Moving Metropolis': Reflections on the Architecture of Imperial Science." In *Scientific Colonialism: A Cross-Cultural Comparison.*, ed. Nathan Reingold and Marc Rothberg, 217-247. Washington DC: Smithsonian Institution, 1987.
- Maienschein, Jane. *Transforming Traditions in American Biology, 1880-1915*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1991.
- Malacara, Daniel and Juan Manuel Malacara. *Telescopio y Estrellas*. Medico DF: Fondo de Cultura Económica, 1988.
- Mamalakis, Markos J. *The Growth and Structure of the Chilean Economy: From Independence to Allende*. New Haven: Yale University Press, 1976.
- Mandelbaum, Maurice. *History, Man, and Reason: A Study in Nineteenth Century Thought*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1971.
- Manger, William. *Pan Americanism and the Pan American Conferences*. Washington D.C.: Pan American Union, 1939.
- Mannoni, O. *Prospero and Caliban: The Psychology of Colonization*. New York: Praeger, 1965.

- Manson-Bahr, Philip. *Patrick Manson: the Father of Tropical Medicine*. London: Thomas Nelson and Sons Ltd, 1962.
- Manson-Bahr, Philip. *History of the School of Tropical Medicine in London, 1899-1949*. London: H. K. Lewis & Co., Ltd, 1956.
- Marsch, Ulrich. "Strategies for Success: Research Organization in German Chemical Companies and IG Farben until 1936." *History and Technology* 12, (1994), 23-77.
- Martens, Patricio. "La Física en Chile." In *Las actividades de investigación y desarrollo en Chile: una visión de la comunidad científica nacional*, ed. Igor Saavedra and Haime Lavados Montes, 27-33. Santiago: Ediciones CPU, 1981.
- Marti-Henneberg, Jordi. "How Discussions Concerning the Chile-Argentina Boundary have Stimulated the Study of Andean Glaciers," *Quipu* 6, 3 (Sept-Dec 1989), 331- 338.
- Martínez M., Manuel, Eduardo J. Delgado, and Renato Sario B, *AREA TEMÁTICA: QUÍMICA* Santiago de Chile: CONYCIT, 2000.
- McNeill, William H. *The Rise of the West: A History of the Human Community*. Chicago: University of Chicago Press, 1991.
- Merton, Robert K. "Insiders and Outsiders: A Chapter in the Sociology of Knowledge." *The American Journal of Sociology* 78, no.1 (July 1972): 9-47.
- Merz, John Theodore. *A History of European Thought in the Nineteenth Century*. 4 vols. New York: Dover Publishing Co., 1965.
- Mill, John Stuart. *Auguste Comte and Positivism*. reprint, Ann Arbor: University of Michigan Press, 1961.
- Miller, Francesca. "The International Relations of Women of the Americas, 1890-1928", *The Americas* 43, 2 (Oct 1986): 171-183
- Minsky, Marvin. *The Society of Mind*. New York: Simon & Schuster, 1986.
- Mizrahi, Abe and Michael Sullivan. *Calculus and Analytic Geometry*. 2nd ed. Belmont, CA: Wadsworth inc, 1986.
- Monteón, Michael. *Chile in the Nitrate Era: The Evolution of Economic Dependence, 1880-1930*. Madison: University of Wisconsin Press, 1982.
- Montesanto, Juan Carniglia. "The fertilizer industry in Chile: actual conditions and future plans with regard to nitrogen, phosphate, and potash fertilizers." In *Fertilizer Production, Technology and Use: Papers presented at the Un Interregional Seminar on the Production of Fertilizers, Aug 24-Sept 11 1965* United Nations, 74-80. New York: UN, 1968.
- Moore, F. J. *A History of Chemistry*. New York: McGraw-Hill Book Co.,

- Inc, 1918.
- Moreno Corral, Marco Arturo. *Odisea 1874 o el primer viaje internacional de científicos Mexicanos*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1995.
- Moreno Fragnals, Manuel. *The Sugarmill: The Socioeconomic Complex of Sugar in Cuba, 1760-1860*, transl. Cedric Belfrage. New York: Monthly Review Press, 1976.
- Moreno, Francisco Jose. *Legitimacy and Stability in Latin America: A study of Chilean Political Culture*. New York: New York University Press, 1969.
- Morris, Desmond. *The Human Zoo*. New York: Delta, 1969.
- Moyer, Albert E. *American Physics in Transition: A History of Conceptual Change in the Late Nineteenth Century*. Los Angeles: Tomash Publishers, 1983.
- Munro, Dana. *Intervention and Dollar Diplomacy in the Caribbean, 1900-1921*. Princeton: Princeton University Press, 1964.
- Naciones Unidas. *El Uso de Fertilizantes en América Latina*. Nueva York: Naciones Unidas, 1966.
- Naciones Unidas. *La Industria del Petróleo en América Latina: Notas sobre su Evolución Reciente y Perspectivas*. Nueva York: Naciones Unidas, 1973.
- National Science Foundation. *Women and Minorities in Science and Engineering* Washington DC: National Science Foundation, 1990.
- Nelkin, Dorothy. *Selling Science: How the Press Covers Science and Technology*. New York: W. H. Freeman & Co., 1987.
- Newton, Ronald C. *German Buenos Aires, 1900-1933; Social Change and Cultural Crisis*. Austin: University of Texas Press, 1977
- Notestein, Frank B. "South America other than Caribbean." In *World Geography of Petroleum*, eds. Wallace E. Pratt and Dorothy Good, 121-139. Princeton: Princeton University Press, 1950.
- Nuland, Sherwin. *Doctors: The Biography of Medicine* New York: Vintage Books, 1995.
- Nye, Mary Jo. *From Chemical Philosophy to Theoretical Chemistry: Dynamics of Matter and Dynamics of Discipline, 1800-1950*. Berkeley: University of California Press, 1993.
- Olesko, Kathryn M. ed., "Science in Germany: The Intersection of Institutional and Intellectual Issues." *Osiris*, 2nd ser, 5 (1898).
- Oleson, Alexandra and John Voss eds. *The Organization of knowledge in Modern America, 18960-1920*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1979.
- Olwell, Russell. "Physical Isolation and Marginalization in Physics: David Bohm's Cold War Exile." *ISIS* 90, 4 (1999), 738-756.

- "Organic Chemistry and High Technology, 1850-1950" *British Journal for the History of Science*, special issue, 25, 84 (March 1992).
- Osterbrock, Donald E., John R. Guftafson, and W. J. Shiloh Unruh. *Eye on the Sky: Lick Observatory's First Century*. Berkeley: University of California Press, 1988.
- Osterbrock, Donald E. *Pauper and Prince: Ritchey, Hale, and Big American Telescopes*. Tucson: University of Arizona Press, 1993.
- Pais, Abraham. *Inward Bound: Of Matter and Forces in the Physical World*. New York: Oxford University, 1986.
- "Subtle is the Lord...": *The Science and the Life of Albert Einstein*. Oxford: Clarendon Press, 1982.
- Pearsons, Willie Jr. and Alan Fechter, eds. *Who Will Do Science: Educating the Next Generation*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994.
- Perry, Richard O. "Argentina and Chile: The Struggle for Patagonia, 1843-1881." *The Americas* 36, 3 (January 1980), 347-363.
- Perkins, Whitney T. *Denial of Empire: the United States and Its Dependencias*. Leyden: A. W. Sythoff, 1962.
- Philip, George. *Oil and Politics in Latin America: Nationalist Movements and State Companies*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- Pike, Frederick B. *The United States and Latin America: Myths and Stereotypes of Civilization and Nature*. Austin: University of Texas Press, 1992.
- Pinch, Trevor. "The social construction of technology: a review," in Robert Fox, ed., *Technological Change: Methods and Themes in the History of Technology*. Amsterdam: Harwood, 1986, 17-35.
- Pinch, Trevor J. and Wiebe E. Bijker. "The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other." In *The Social Construction of Technological Systems*. eds. Wiebe E. Bijker, Thomas P. Huges, and Trevor J. Pinch, 17-50. Cambridge, MA: MIT Press, 1987.
- Pinto Santa Cruz, Aníbal. *Chile: un caso de desarrollo frustrado*. Santiago de Chile: Edición Universitaria, 1973.
- *Tres Ensayos sobre Chile y América Latina*. Buenos Aires: Ediciones Solar, 1971.
- Podgorny, Irina. "Desde la tierra donde los monstruos aún no tienen nombre. El ordenamiento de la naturaleza a través de los museos y de la ciencia en la Confederación Argentina." *Quiipu* 12,2 (May-Aug 1999), 167-186.

- Prakash, Gyan. *Another Reason: Science and the Imagination of Modern India*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999.
- Pratt, Julius W. *America's Colonial Experiment: How the United States Gained, Governed, and In Part Gave Away a Colonial Empire*. New York: Prentice Hall, 1951.
- *The Expansionists of 1898: The Acquisition of Hawaii and the Spanish Islands*. reprint 1936. Chicago: Quadrangle Books, 1964.
- Purcell, Edwin and Dale Varberg. *Calculus with Analytic Geometry*. 5th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc, 1987.
- Pyenson, Lewis. *Cultural Imperialism and Exact Sciences: German Expansion Overseas, 1900-1930*. New York: Peter Lang, 1986.
- “Einstein's Early Scientific Collaboration.” *Historical Studies in the Physical Sciences*, 7 (1982), 284-92.
- “The Incomplete transmission of a European Image: Physics at Greater Buenos Aires and Montreal, 1890-1920” *Proceedings of the American Philosophical Society* 122, 2 (April 1978), 92-114.
- “Mathematics, education, and the Gottingen approach to physical reality, 1890-1914,” *Europa* 2, 2 (1979), 91-127.
- “Pure Learning and Political Economy: Science and European Expansion in the Age of Imperialism,” in *New Trends in the History of Science: Proceeding of a conference held at the University of Utrecht*, R. P. W. Visser et. al., 209-282. Amsterdam: Rodopi, 1989.
- Rainger, Ronald, Keith Benson, and Jane Maienschein, eds. *The American Development of Biology*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1988.
- Ravetz, Jerome R. *Scientific Knowledge and Its Social Problems*. New York: Oxford University Press, 1971.
- Redfield, Robert. *The Primitive World and Its Transformation* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1953).
- Reingold, Nathan. “American Indifference to Basic Research: A Reappraisal” in *Nineteenth-Century American Science: A Reappraisal*. ed. George H. Daniels, 38-61. Evanston: Northwestern University Press, 1972.
- Reingold, Nathan and Marc Rothberg, eds. *Scientific Colonialism: A Cross-Cultural Comparison*. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press, 1987.
- “Ristenpart, Eugene Karl Emil.” *J. C. Poggendorff's biographisch-literarisches Handwörterbuch für Mathematik, Astronomie, Physik mit Geophysik, Chemie, Kristallographie und verwandte Wissensgebiete*. vol 6, 781. Berlin: Verlag Chemie, 1938, 1959.
- Robertson, Peter. “Niels Bohr and international co-operation in science.” *Impact of Science on Society*, 137 (1988), 15- 21.

- Robertson, William Spence. *Hispanic-American Relations with the United States*. reprint 1923. New York : Oxford University Press, 1960.
- Robotti, Nadia. “J. J. Thomson at the Cavendish Laboratory: The History of an Electric Charge Measurement.” *Annals of Science* 52 (1995), 265-284.
- Rocke, Alan J. *The Quiet Revolution: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry*. Berkeley: University of California Press, 1993.
- Rogers Figueroa, Patricio. “La astronomía en Chile durante la segunda mitad del siglo XIX.” *Revista Chilena de Historia y Geografía* 150 (1982), 47.
- Rohter, Larry. “Model for Research Rises in a Third World City.” *New York Times* (April 24, 2001), <http://www.nytimes.com/2001/04/24/health/24BRAZ.html>.
- Rojas, Luis Emilio. *Biografía cultural de Chile*, 2nd ed. Santiago de Chile : Gong, 1987.
- Rosenberg, Nathan. *Exploring the Black Box: Technology, Economics, and History*. New York: Cambridge University Press, 1994.
- Ruiz Feschler, Carmen de and Mercedes Trelles, eds. *Los tesoros de la pintura u puertorriqueña*. San Juan: Museo de Arte de Puerto Rico, 2000.
- Russett, Cynthia Eagle. *Darwin in America: The Intellectual Response, 1865-1912*. San Francisco: W. H. Freeman & Co, 1976.
- Saavedra, Igor. “Antecedentes acerca de la historia de la física en Chile.” *Boletín de la Academia Chilena de la Historia* 49, 93 (1982), 219-232.
- Safford, Frank. *The Ideal of the Practical: Colombia's Struggle to form a Technical Elite*. Austin: University of Texas Press, 1976.
- Sagasti, Francisco and Alejandra Pavez, “Ciencia y tecnología en América Latina a principios del siglo XX: Primer congreso científico panamericano.” *Quiipu* 6, 2 (May-Aug 1989), 189-216.
- Salina Arayas, Augusto. *La Ciencia en Chile y en Los Estado Unidos de Norte América: Un Análisis Histórico Comparado (1776-1976)*. Santiago de Chile: CONICYT, 1976.
- Sangwan, Satpal. “Indian Response to European Science and Technology, 1757-1857.” *BJHS* 21 (1988), 211-232.
- Schot, Johan. “Technology in Decline: a search for useful concepts; The case f the Dutch madder industry in the nineteenth century,” *BJHS*, 25, 84 (March 1992), 5-26.
- Schubert, A., W. Gläznel, and T. Braun. “Scientometric Datafiles.

- A Comprehensive set of Indicators on 2649 Journals and 96 countries in All Major Science Fields and Subfields, 1981-1985." *Scientometrics*, 16, 1-6 (1989), 3-478.
- Schubert A. and T. Braun. "International Collaboration in the Sciences, 1981-1985." *Scientometrics* 19, 1-2 (1990), 3-10.
- Schwarzbach, Martin. *Alfred Wegner: The Father of Continental Drift*. Madison, Wisconsin: Science Tech Inc, 1986.
- Schwartzman, Simon. *A Space for Science : The Development of the Scientific Community in Brazil*. University Park, Pennsylvania: Penn. State University Press, 1991.
- Secord, James A. "The discovery of a vocation: Darwin's early geology." *British Journal for the History of Science* 24 (1991), 133-57.
- Segan, S. L. "Therapeutical uses of cocaine: a historical review." *Pharos* 61, 1 (Winter 1998), 23-8.
- Segrè, Emilio. *From Falling Bodies to Radio Waves: Classical Physicists and Their Discoveries*. New York: W. H. Freeman and Co, 1984.
- Sehlinger, Peter J. "Valentin Letelier y la historiografía positiva en Chile durante el siglo XIX." *Revista Chilena de Historia y Geografía*. 145 (1977): 113-124.
- Servos, John W. "Mathematics and the Physical Sciences in America, 1880-1930." *Isis* 77 (1986), 611-629.
- *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling: The Making of a Science in America*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1990.
- Sheinin, David. *Beyond the Ideal: Pan Americanism in Inter-American Affairs*. Westport, Conn.: Praeger Publishers, 2000.
- Shryock, Richard. "American Indifference to Basic Science during the Nineteenth Century." *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 28 (1948-9), 3-18.
- Silva Castro, Raúl. "Don Eduardo de la Barra y la pedagogía alemana." *Revista Chilena de Historia y Geografía* (1942), 208-235.
- Skaggs, Jimmy M. *The Great Guano Rush: Entrepreneurs and American Overseas Expansion*. New York: St. Martin's Griffin, 1994.
- Smil, Vaclav. *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*. Cambridge, MA: MIT Press, 2001.
- Smith, Bruce L. R. *American Science Policy Since World War II*. Washington D.C.: The Brookings Institution, 1990.
- Smith, James R. *From Plane to Spheroid: Determining the Figure of the Earth from 3000 B.C. to the 18th Century Lapland and Peruvian Survey Expeditions*. Rancho Cardova, CA: Landmark Enterprises, 1986.
- Smith, Peter H. *Politics and Beef in Argentina: Patterns of Conflict and*

- Change*. New York: Columbia University Press, 1969.
- Smith, Robert W. *The Expanding Universe: Astronomy's 'Great Debate', 1900-1931*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- Sokal, Alan and Jean Brickmont. *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectual's Abuse of Science*. New York: Picador Press, 1998.
- Sopka, Katherine Russell. *Quantum Physics in America, 1920-1935*. New York: Arno Press, 1980.
- ed. *Physics for a new century: papers presented at the 1904 St Louis Congress*. New York: American Institute of Physics, 1986.
- Starr, Paul. *The Social Transformation of American Medicine* (New York: Basic Books, Inc., 1982).
- Stepan, Nancy. "The interplay of socio-economic factors and medical science: Yellow Fever research, Cuba, and the United States." *Social Studies of Science* 8 (1978), 397-423.
- Stein, Sherman K. *Calculus and Analytic Geometry*. New York: McGraw-Hill Book Co, 1973.
- Stein, Al. *Calculus and Analytic Geometry*. 2nd ed. Santa Monica, CA: Goodyear Publishing, Inc., 1979.
- Stacey, Frank D. *Physics of the Earth*. New York: John Wiley & Son, 1969.
- Sheets-Pyenson, Susan. *Cathedrals of Science: The Development of Colonial Natural History Museums during the Late Nineteenth Century*. Montreal: McGill-Queens University Press, 1988.
- Steen, Kathryn "Wartime Catalyst and Postwar Reaction : The Making of the U.S Synthetic Organic Chemicals Industry, 1910-1930." Phd thesis, University of Delaware, August 1995.
- Stern, Fritz. *Einstein's German World*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999.
- Stanley, Clark, J. *The Oil Century: From Drake Well to the Conservation Era*. Norman: University of Oklahoma Press, 1958.
- Stepan, Nancy. "Race and Gender: The Role of Analogy in Science," in *The 'Racial' Economy of Science: Toward a Democratic Future*. ed. Sandra Harding, 359-376. Bloomington: Indiana University Press, 1993.
- Skidmore, Thomas E. and Peter H. Smith. *Modern Latin America*, 3rd ed., New York: Oxford University Press, 1982.
- Stepan, Nancy. *Beginnings of Brazilian Science: Oswaldo Cruz, Medical Research and Policy, 1890-1920*. New York: Science History Publications, 1981.
- de Solla Price, Derek. *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press, 1963.

- Tagliaferri, Guido and Pasquale Tucci. "Carlini and Plana on the Theory of the Moon and their Dispute with Laplace." *Annals of Science* 56, 3 (1999), 221-269.
- Task Force on Women, Minorities, and the Handicapped in Science and Technology. *Changing America: The New Face of Science and Engineering*. Washington D.C.: Task Force on Women, Minorities, and the Handicapped in Science and Technology, 1988.
- Taylor, Graham D. and Patricia E. Sudnik. *Du Pont and the International Chemical Industry*. Boston: G. K. Hall & Co., 1984.
- Tenorio-Trillo, Mauricio. *México at the World's Fairs: Crafting a Modern Nation*. Berkeley: University of California Press, 1996.
- Thompson, D'Arcy. *On Growth and Form*. abridged. ed J. T. Bonner. Cambridge: Cambridge University Press, 1969.
- Todd, Jan. "Science at the Periphery: An Interpretation of Australian Scientific and Technological Dependency and Development Prior to 1914." *Annals of Science* 50, 1 (1993), 33-58.
- *Colonial Technology: Science and the Transfer of Innovation to Australia*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- Todhunter, I. *A History of the Mathematical Theories of Attraction and The Figure of the Earth From the time of Newton to that of Laplace*, reprint 1873, 2 vols. New York: Dover Publications, Inc., 1960.
- Topik, Steven C. and Allen Wells. *The Second Conquest of Latin America: Coffee, Henequen, and Oil during the Export Boom, 1850-1930*. Austin, Texas: University of Texas Press, 1998.
- Toulmin, Stephen and June Goodfield. *The Architecture of Matter*. New York: Harper and Rowe, 1962.
- Traweek, Sharon. *Beamtimes and Lifetimes: The World of High Energy Physics* Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988.
- "Kokusaika, Gaiatsu, and Bachigai: Japanese Physicist's Strategies for Moving into the International Political Economy of Science." In *Naked Science: Anthropological Inquiry into Boundaries, Power, and Knowledge*, ed. Laura Nader, 174-201. New York: Routledge, 1996.
- Tribulas, Elias, ed. *Siglo XIX*, vol 5, *Historia de la Ciencia en México*. México D.F.: Fondo de Cultura Economica, 1992.
- Travis, Anthony S. "Science's powerful companion: A. W. Hoffman's investigations of aniline red and its derivatives." *BJHS* 25 (1992), 27-44.
- Sharon Traweek, "Kokusaika, Gaiatsu, and Bachigai: Japanese Physicist's Strategies for Moving into the International Political Economy of Science," in *Naked Science: Anthropological Inquiry*

- into Boundaries, Power, and Knowledge*, ed. Laura Nader, 174-201. New York: Routledge, 1992.
- United Nations, *Fertilizer Industry*. no 6, UNIDO Monographs on Industrial development--Industrialization of Developing Countries: Problems and Prospects. New York: UN, 1969.
- *Fertilizer Demand and Supply Projections to 1980 for South America, México, and Central America*. New York: UN, 1971.
- *Fertilizer supplies for developing countries: issues in the transfer and development of technology*. New York: UN, 1985.
- Valera, M. "La física en España durante el primer tercio del siglo XX." *Llull* 5 (1983), 149-173.
- Vaughan, Megan. *Curing their Ills: Colonial Power and African Illness*. Stanford: Stanford University Press, 1991.
- Vital, David. *The Inequality of States: A Study of the Small Power in International Relations*. Oxford: Clarendon Press, 1967.
- Weinberg, Steven. *Dreams of a Final Theory*. New York: Pantheon Books, 1992.
- *The Discovery of Subatomic Particles*. New York: W. H. Freeman & Co, 1990.
- Wells, Henry. *The Modernization of Puerto Rico: A Political Study of Changing Values and Institutions*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1969.
- Whitaker, E. *A History of the Theories of Aether and Electricity*. vol 1. London: Thomas Nelson, 1951.
- White, Lynn. *Medieval Technology and Social Change*. Oxford: Oxford University Press, 1962.
- Whitney, Charles A. *The Discovery of Our Galaxy*. New York: Alfred A. Knopf, 1971.
- Wilson, E. O. *Naturalist*. Washington D.C.: Island Press, 1994.
- Winsor, Mary P. *Reading the Shape of Nature: Comparative Zoology at the Agassiz Museum*. Chicago: University of Chicago Press, 1991.
- Woll, Allen. *A Functional Past: The Uses of History in Nineteenth Century Chile*. Baton Rouge: Louisiana State University Press, 1982.
- Woodward, Ralph Lee, ed. *Positivism in Latin America, 1850-1900: Are Order and Progress Reconcilable?* Lexington, MA: Heath Pub., 1971.
- Worboys, Michael. "Tropical Medicine." In *Companion to the History of Modern Science*. eds. R. C. Olby, G N Cantor, chpt 24. London: Routledge, 1990.
- Wright, David. "John Fryer and the Shanghai Polytechnic: making a

- space for science in nineteenth-century China.” *BJHS* 29 (1996), 1-16.
- Wright, Winthrop R. *British-Owned Railways in Argentina: Their Effect on Economic Nationalism, 1854-1948*. Austin: University of Texas Press, 1974.
- Wulf, H. F. “The Centennial of Spinal anesthesia.” *Anesthesiology* 89, 2 (August 1998), 500-6.
- Yang, Chen Ning. *Elementary Particles: A Short History of Some Discoveries in Atomic Physics*. Princeton: Princeton University Press, 1962.

## Notas

- <sup>1</sup>El manuscrito original, escrito en inglés, fue traducido al español por el autor. Todas las citas de lenguas no-Romances también se tradujeron para facilitar al lector. El formato de citación se mantuvo en su forma inicial del manuscrito.
- <sup>2</sup>Alan Sokal and Jean Brickmont, *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals' Abuse of Science* (New York: Picador, 1998); Paul R. Gross and Norman Levitt, *Higher Superstition: The Academic Left and its Quarrels with Science* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994).
- <sup>3</sup>Henry Wells, *The Modernization of Puerto Rico: A Political Study of Changing Values and Institutions* (Cambridge, M.A.: Harvard University Press, 1969); George M. Foster, *Traditional Cultures and the Impact of Technological Change* (New York: Harper and Brothers, 1962); Glen Caudill Dealy *The Latin Americans: Spirit and Ethos* (Boulder: Westview Press, 1992); Carmen de Ruiz Feschler and Mercedes Trelles, eds. *Los tesoros de la pintura puertorriqueña* (San Juan: Museo de Arte de Puerto Rico, 2000). Juan Bonnet Jr. and José R. Escabí Perez, eds., *Ciencia y Política en Puerto Rico* (San Juan, PR: Ateneo Puertorriqueño, 1990).
- <sup>4</sup>Francis H. Nichols, “Cuban Character,” *The Outlook* 62, 13 (July 29, 1898), 707-713; George Kennan, “The Regeneration of Cuba,” *The Outlook* 61, 9 (March 4, 1899), 497-501; George Kennan, “Cuban Character,” *The Outlook*, 63, 17 (Dec 23, 1899), 959-965, 63, 18 (Dec 30, 1899), 1016-1022; Thomas Barbour, *A Naturalist in Cuba* (Boston: Little, Brown, & Co, 1945), 11-13, passim; E. O. Wilson, *Naturalist* (Washington D.C: Island Press, 1994), passim.
- <sup>5</sup>Algunos argumentan que la falta de reconocimiento se deba a un cierto prejuicio en contra el trabajo del científico de América Latina. Las revistas académicas de la región son raramente leídas en los EE UU., y sus bases de datos generalmente no incorporan estas revistas también. El Dr. Manuel Patarrollo atacó a la comunidad internacional científica

por no haberle dado más crédito sobre la malaria. Ciertamente es un patrón que esta empezando a cambiar, por ejemplo en Brasil con el grupo FAPESP. Patricia Houston, “Intellectual racism?,” *Canadian Medical Association Journal* 153 (1995), 1219; Daniel Epstein, “Malaria called Failure, Puzzle, Challenge.” Pan American Health Organization News Release (June 21, 1991) <http://www.eurekalert.org/releases/paho-mcf062199.html> ; Larry Rohter, “Model for Research Rises in a Third World City” *New York Times* (April 24, 2001), <http://www.nytimes.com/2001/04/24/health/24BRAZ.html>.

<sup>6</sup>T. Braun, W. Gläznel, “A Topographical Approach to World Publication Output and Performance in the Sciences, 1981-1985,” *Scientometrics* 19,3-4 (1990), 159-165; A Schubert and T. Braun, “International Collaboration in the Sciences, 1981-1985” *Scientometrics* 19, 1-2 (1990), 3-10; A. Schubert, W. Gläznel, T. Braun, “Scientometric Datafiles. A Comprehensive set of Indicators on 2649 Journals and 96 countries in All Major Science Fields and Subfields, 1981-1985,” *Scientometrics*, 16, 1-6 (1989), 3-478; ; Willie Jr. Pearsons, and Alan Fechter, eds., *Who Will Do Science: Educating the Next Generation*. (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994); National Science Foundation, *Women and Minorities in Science and Engineering* (Washington DC: NSF, 1990); National Science Board, *Science and Engineering Indicators* (Washington DC: NSF, 1991); Amilcar Óscar Herrera, *Ciencia y Política en América Latina* (México DF: Siglo XXI Editores, 1971); Indicadores producidos por la UNESCO reflejan estos mismos patrones.

<sup>7</sup>Charles A. Hale, *The Transformation of Liberalism in Nineteenth Century México* (Princeton: Princeton University Press, 1989); David J. Hess, *Spirits and Scientists: Spiritism, Ideology, and Brazilian Culture* (University Park: Pennsylvania State University Press, 1981); Stephen Lockhart Fogg, “Positivism in Chile and its Impact on Education, Development, and Economic Thought, 1870-1891.” Ph.d. thesis, New York University, 1978; Ralph Lee Woodward, ed., *Positivism in Latin America, 1850-1900: Are Order and Progress Reconcilable?* (Lexington, MA: Heath Pub., 1971).

<sup>8</sup>Chris Freeman and Luc Soete, *The Economics of Industrial Innovation*, third edition (Cambridge, MA: MIT Press, 1999); H. Floris Cohen, *The Scientific Revolution: A Historiographical Inquiry* (Chicago: University of Chicago Press, 1994)

<sup>9</sup>El comentario quizás no es uno justo dado que Darwin obviamente fue influenciado por su ambiente científico y filosófico de Inglaterra—un ambiente muy diferente al que se encontraba América Latina. Pero

sí me parece justo caracterizar el ambiente intelectual de su historia natural en tal manera. La belleza de la naturaleza era para la mayoría algo que se temía o admiraba, pero no necesariamente que se ‘entendiese’, en el sentido más amplio de la palabra.

<sup>10</sup>Manuel Fernández Álvarez, *Copérnico y su Huella en la Salamanca del Barroco* (Salamanca: Universidad de Salamanca, 1974); David Goodman, “The Scientific Revolution in Spain and Portugal,” in *The Scientific Revolution in National Context*, ed. Roy Porter and Mikuláš Teich (Cambridge: Cambridge University Press, 1992), 158-177; Kostas Gavroglu, ed., *The Sciences in the European Periphery During the Enlightenment* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999); T. Glick “Science and Independence in Latin America” *HAHR* 71 (1991):307-334; Frank Safford, *The Ideal of the Practical: Colombia’s Struggle to form a Technical Elite* (Austin: University of Texas Press, 1976); Simon Schwartzman, *A Space for Science : The Development of the Scientific Community in Brazil* (University Park, Pennsylvania: Penn. State University Press, 1991).Victor Wolfgang Von Hagen, *South America Called Them: Explorations of the Great Naturalists: La Condamine, Humboldt, Darwin, Spruce* (NEW YORK: A. A. Knopf, 1945); Iris H. W. Engstrand, *Spanish Scientists in the New World: The Eighteenth Century Expeditions* (Seattle: University of Washington Press, 1981); Arthur Robert Steele, *Flowers for the King: The Expedition of Ruiz and Pavon and the Flora of Peru* (Durham, NC: Duke University Press, 1964); Douglas Botting *Humboldt and the Cosmos* (NEW YORK: Harper & Row Pub., 1973); Robert S. Hopkins, *Darwin’s South America* (New York: John Day Co., 1969); Charles Darwin, *The Voyage of the Beagle* (New York: Batnam, 1972).

<sup>11</sup>El termino como tal en inglés es “raising oneself by the bootstrap” que se refiere al éxito que se ha obtenido por los propios esfuerzos de uno—sin mucha ayuda.

<sup>12</sup>Lincoln Gordon, *A New Deal for Latin America* (Cambridge: Harvard University Press, 1963; ed. John C. Dreier, ed., *The Alliance for Progress: Problems and Perspectives* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1962); Jonathan B. Bingham, *Shirt Sleeve Diplomacy: Point Four in Action* (New York: Books for Libraries Press, 1954); Merle Curti and Kendall Birr, *Prelude to Point Four: American Technical Missions Overseas, 1830-1938* (Madison: University of Wisconsin Press, 1954).

<sup>13</sup>El termino se refiere a una ruta que cierta tecnología tenga que coger para su adelanto (Rosenberg), pero el concepto básico del termino también se ha usado en la historia de la ciencia (Lakatos).

Imre Lakatos, *The Methodology of Scientific Research Programs* (Cambridge: Cambridge University Press, 1978); I. Lakatos and A. Musgrave, eds., *Criticism and the Growth of Knowledge* (Cambridge: Cambridge University Press, 1970); Johan Schot, "Technology in Decline: a search for useful concepts; The case of the Dutch madder industry in the nineteenth century," *BJHS*, 25, 84 (March 1992), 5-26; Nathan Rosenberg, *Exploring the Black Box: Technology, economics, and history* (New York: Cambridge University Press, 1994).

<sup>14</sup>Parece que demasiado de los trabajos sobre la ciencia en América Latina se tratan de la historia natural. En este sentido un quizás podría decir que han seguido un patrón en la cual su riqueza es medida por los productos naturales para la exportación bruta en vez de su riqueza intelectual para la exportación inteligente. Como sus sujetos, tienden a ser colecciones masivas de hechos que tienen en sí poco dinamismo intelectual o elucidan su mayor significado social. La aventura de la ciencia no consiste de un movimiento físico del científico sino los cambios intelectuales que ocurren silenciosamente en sus mentes. Lewis Pyenson, *Cultural Imperialism and Exact Sciences: German Expansion Overseas, 1900-1930* (New York: Peter Lang, 1985); Joyce Appleby, Lynn Hunt, and Margaret Jacob, *Telling the Truth About History* (New York: W. W. Norton, 1994).

<sup>15</sup>Safford, Introduction.

<sup>16</sup>El término 'big science' fue usado por Eric de Solla Price. La ciencia moderna es 'grande' porque existe a gran escala—asociaciones de cientos de científicos, tecnologías grandes y caras, complejidad organizacional, y por lo tanto, un costo muy alto. Por lo menos el modelo es estereotipo de la física en particular, y muy característico de la química e astronomía, y recientemente la biología (*human genome project*).

<sup>17</sup>Betty M. Vetter, "The Next Generation of Scientists and Engineers: Who's in the Pipeline" in Willie Jr. Pearsons, and Alan Fetcher, eds., *Who Will Do Science: Educating the Next Generation* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994), 17.

<sup>18</sup>*Daily Bulletin*, December 28, 1915.

<sup>19</sup>*Daily Bulletin/Boletín Diario*, Dec. 28,1915, 4; "The Second Pan American Scientific Congress," en *Bulletin of the Pan American Union*, 41, 6 (December 1915), 757. El Boletín Diario obviamente era la versión en español. El contenido textual de las dos versiones lingüísticas era casi idéntico, pero las fotografías y sus encabezamientos variaban significativamente.

<sup>20</sup>CCPA, *Proceedings of The Second Pan American Scientific Congress, Washington, U.S.A. December 27, 1915 to January 8, 1916*, vols. 1-

11. (Washington: U.S GPO, 1917).

<sup>21</sup>"Pero era mucho más que [un congreso científico]...era un congreso político de muy alto significado. Cientos de representantes... educadores, científicos, oficiales, hablaron juntos, caminaron juntos, comieron juntos durante dos preciosas semanas en la historia del mundo...[Tenía] una seriedad de propósito y un empeño de convicción internacional que le daría una permanencia notable en la historia del hemisferio Occidental." Frederick Davenport, "A Great Gathering of The Experts," *The Outlook*, 112 (Jan. 19,1916),130.

<sup>22</sup>Esto es una parte solamente del himno. Fue escrito por Enrique Soro y Eduardo Poirier, traducida por William Shepherd—los tres fueron participantes del congreso. *Bulletin of the Pan American Union*, 777; Eduardo Poirier, *Reseña General del 4.º Congreso Científico (1.º Pan-Americano)* (Santiago de Chile: Imp. Lit. y Enc. Barcelona, 1915), 91-95.

<sup>23</sup>*Daily Bulletin/Boletín Diario*, Dec. 28,1915.

<sup>24</sup>"No se había hecho esto a tal extremo en una reunión internacional, y naturalmente tuvo el efecto de llevar a los delegados hacia una más cordial y íntima relación..." "2CCPA," *Bulletin of the Pan American Union*, 760.

<sup>25</sup>*Daily Bulletin/Boletín Diario*, Ja 8,1916.

<sup>26</sup>Ernesto Quesada, *El Nuevo Pan Americanismo y El Congreso Científico de Washington* (Buenos Aires: Talleres Gráficos del Ministerio de Agricultura de la Nación, 1916), Appendix.

<sup>27</sup>Frase traducida por el autor.

<sup>28</sup>Fue diseñado por Sally James Farnham, una "escultora muy reconocida de Nueva York". *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Jan. 9,1916, 5; "2CCPA," *Bulletin of the Pan American Union*, 776-8; *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Spanish version, Jan. 4,1916, 2; *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Dec. 31,1915, 5; *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Dec. 30,1915, 1; *Daily Bulletin/Boletín Diario*, , Jan. 5,1916, 1.

<sup>29</sup>Alberto Gráficos, *Informe presentado al Ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia* (La Paz: Imprenta Velarde, 1916), 14-15.

<sup>30</sup>*Conferencias Internacionales Americanas, 1889-1936* (Washington: Dotación Carnegie Para la Paz internacional, 1938); *The International Conferences of American States, First Supplement, 1933-1940* (Washington DC: Carnegie Endowment for International Peace, 1940).

<sup>31</sup>En tiempos más recientes, consulte los siguientes: *Special Issue Containing papers presented at the Seventh Latin American Symposium on Surface Science. LA Symposium on Surface physics., 7th, 1992, Bariloche, Argentina* (Bristol, England: Institute of Physics

Building, 1993); *Latin-American Inorganic Chemistry Meeting, Santiago de Compostela, Spain, 13-17 Sept 1993: Collected Abstracts* (Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, 1993); *Meeting of the Southern Hemisphere on Mineral Technology: 4th, 1994, Concepcion, Chile. Advances en tecnologia mineral* (Concepcion: Universidad de Concepcion, 1994) ; *Gold Extraction: fundamentals & practice* (Belo Horizonte: Minas Gerais, Brazil: Asociacao Brasileira de Tecnologia Mineral, 1998); *3rd Meeting of Southern hemisphere on Mineral Technology* (Belo Horizonte: Minas Gerais, Brazil: Asociacao Brasileira de Tecnologia Mineral, 1998) ; *Primera Reunion Astronomical Regional LatinoAmericana, 16-21 June, 1978. Latin American Regional Astronomy Meeting* (Santiago de Chile: Observatorio Astronomico Nacional, 1979) ; *Memorias de la Septima Reunion Regional LatinoAmericana de Astronomia, Vina del Mar, 2-6 Nov, 1992* (México DF: Universidad Nacional Autonoma de México, 1993); *Proceedings of the Symposium on Pan-American Collaboration in Experimental Physics. Symposium, 3rd. Oct 19-23 1987, Rio de Janeiro* (Singapore: World Scientific, 1987); *30th Annual Meeting, Canadian Federation of Biological Sciences: Joint Meeting with the Pan-American Association of Biochemical Sciences. Winnipeg, Manitoba; June 22-26, 1987* (Canada: The Federation of Biochemical Sciences, 1987); *Latin-American Workshop on Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion Research, Cambuquira, Minas Gerais, Brazil, Feb. 8-12, 1982* (Rio de Janeiro: Sociedad Brasileira de Fisica, 1982); *Summaries of the First Latin American Meeting on Relativity and Gravitation. Universidad de la Republica de Montevideo* (Rio de Janeiro : Sociedad Brasileira de Fisica, 1972); *Latin American School of Physics, 30th ELAF. Group theory and its applications, México City, July-August 1995. Latin American School of Physics* (Woodbury, New York: AIP. Press, 1996); *Latin American Meeting on High-Energy Physics / Encuentro Latino Americano de Fisica de Alta Energia, Universidad Federico de Santa Maria, Valparaíso Chile, 10-16 Dec, 1987* (Valparaíso: Universidad Tecnica, Federal, 1987).

<sup>32</sup>Existen pocos estudios académicos. Francesca Miller, "The International Relations of Women of the Americas, 1890-1928," *The Americas* 43, 2 (Oct 1986), 171-183 ; Francisco Sagasti y Alejandra Pavez, "Ciencia y tecnología en America Latina a principios del siglo XX: Primer congreso científico panamericano." *Quiipu* 6, 2 (May-Aug 1989), 189-216.

<sup>33</sup> *Daily Bulletin*, January 5, 1916.

<sup>34</sup>Las notas de las conferencias que se tuvieron entre el 21 de mayo

de 1907 y 4 de junio de 1908 se pueden encontrar en: 4o Congreso Científico, 1ro Pan Americano, *2do Boletín: Trabajos Preparatorios Hasta el 30 de Junio de 1908* (Santiago de Chile: Imp. Litog. Encl. "La Ilustración", 1908), 1-51.

<sup>35</sup>Séptimo Congreso Científico Americano, *General Information on the Seventh American Scientific Congress* (México D. F.: Talleres Gráficos de la Nación, 1932); Secretaria de Relaciones Exteriores, *Acta Final del Séptimo Congreso Científico Americano* (México D. F.: Imprenta de la Secretaria de Relaciones Exteriores, 1936); *Eighth American Scientific Congress, Proceedings of the Eighth American Scientific Congress, held in Washington May 10-18, 1940*. 11 vols. (Washington D.C: Department of State, 1942). Como característica histórica, los congresos iniciales produjeron el número más pequeño de documentos el cual se pueden utilizar por el historiador. Mientras que la auto-definida importancia y el tamaño de los congresos creció, también aumentó el numero de datos disponibles sobre ellos.

<sup>36</sup>"The Second Pan American Scientific Congress," *BPAU*, 788.

<sup>37</sup>Murillo, Adolfo. *Trabajos Presentados al V Congreso Científico General Chileno de 1898* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1898); Eduardo de la Barra, *Ortografía fonética; IV congreso científico de Chile* (Santiago de Chile: Establecimiento Poligráfico Roma, 1897.). Allusions to local scientific congresses also found in 3CCLA. See 3CCLA, *1o Boletim: Trabalhos Preparatorios ate 31 de dezembro de 1903, Terceira Reunião do Congresso Científico Latino-Americano*(Rio de Janeiro: Imprenta Nacional, 1904), 1. De acuerdo con algunos, los congresos científicos nacionales de Chile sirvieron como modelo para el 1CCLA Argentino. Cualquiera que sea la verdad, es más importante señalar que obviamente hubo un tipo de competencia fructífera entre Chile y Argentina que llegó a promover la ciencia del cono sur. Delegación Chilena, *Chile ante el Congreso Científico Internacional Americano de Buenos Aires; Informes I Monografías; Congreso Cinético Internacional Americano, Buenos Aires, July 1910*, (Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1911), 62. Para los orígenes de los CCLAs argentinos, consulte Dr. Emilio R Conio, "Primer Congreso Científico Latino Americano," en *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 83 (1917): 254-261; "Congreso Científico Latino-Americano," *Anales de la Sociedad Científica, Argentina* 45 (1898), 369-389. Pero casi todos los documentos tratando con los CCPAs le dieron crédito a la Argentina como fundadora de estos. ICCPA, *Segundo Boletín*, iii.

<sup>38</sup> Elias Tribulas, *Siglo XIX*, vol. 5, *Historia de la Ciencia en México* (México D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1992), 427-426.

<sup>39</sup>Carlos Moesta, Director del Observatorio Nacional Chileno, participó en los congresos científicos internacionales como el de Leipzig de 1865. Aparentemente, el congreso como tal dio reconocimiento a la importancia de su labor científica. *Chile ante el Congreso Científico*, 32; Marco Arturo Moreno Corral, *Odisea 1874 o el primer viaje internacional de científicos Mexicanos* (México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1995).

<sup>40</sup>"Congreso Científico Latino-Americano" *Anales*, 369-389.

<sup>41</sup>Poirier, *Reseña General*, 2-3; 170-171. El número total de participantes mencionados por Poirier en el último congreso, de la cual él fue su Secretario General, parece ser un poco inflado. Otros documentos sugieren un número algo más pequeño.

<sup>42</sup>Segunda Reunión del Congreso Científico Latino Americano (Montevideo), *Parte I-Organización y Resultados Generales del Congreso* (Montevideo: Tip y Enc. Libro Inglés, 1901), 21-28.

<sup>43</sup>Hubieron 95 ensayos en las ciencias sociales. La distribución de los 209 ensayos en total fue la siguiente: ciencias exactas—10, "ciencias físico-químicas naturales"—21; ingeniería—13; agronomía y zootécnica—11; medicina—69; ciencias sociales—23; ciencias pedagógicas / antropología—62. La distribución aproximada era: ciencias básicas—10%; ciencias aplicadas—44%; ciencias sociales—45%. *Ibid.*, 41-50

<sup>44</sup>Las cifras no se refieren a las presentaciones como se categorizaron por los organizadores sino como categorizadas por el autor.

<sup>45</sup>La predominancia de la nación anfitriona también se puede notar en la participación institucional. Para el 3CCLA, Brasil tenía un 63% de instituciones, seguido por Uruguay quien tuvo 30%. Paul S. Reinsch, "The First Pan American Scientific Congress" *The Independent* 66 (Feb. 18, 1909), 370-373. Dr. Antonio de Paula Freitas, ed., *Relatorio Geral, Terceira Reunião do Congresso Científico Latino-Americano* (Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1906), 125-139; Poirier, *Reseña General*, 2-3, 170-1, 251-7; "First Pan-American Scientific Congress," *Bulletin of the International Bureau of the American Republics*, 28 (January-June 1909), 585-586; Gráficos, 31. Al tratar de hacer una clasificación más exacta hubo un problema porque existía una sección titulada "antropología y biología". Como la mayoría de los trabajos fueron en la antropología, se incluyó bajo la categoría de ciencias sociales. Aquellas secciones que trataban con la agronomía o la 'zootécnica' se clasificaron bajo las ciencias aplicadas. Véase Tabla 2.

<sup>46</sup>Daniel J. Kevles, *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America* (Cambridge, MA: Harvard University

Press, 1987), 163. La historia de la mecánica cuántica y la revolución "energésista" ha sido tan ampliamente analizada, que sus estudios no serán mencionados al menos que se citen específicamente.

<sup>47</sup>El crecimiento actual fue: 1CCLA—23; 2CCLA—21; 3CCLA-53; 1CCPA—65; 2CCPA-68. Estas figuras no fueron las citadas en la clasificación de los organizadores pero sino por sus contenidos. Por ejemplo, algunos se habían clasificado bajo las 'ciencias aplicadas' por los organizadores, cuando más apropiadamente cabían dentro de la 'ingeniería'.

<sup>48</sup>Las secciones iniciales del 1CCPA eran: matemática pura y aplicada; ciencias físicas; ciencias naturales; medicina y ciencias de la higiene; ciencias jurídicas, políticas, y sociales; pedagogía; agronomía y zootecnología. El tema fue discutido en la segunda sesión del 6 de junio de 1907, y en la sexta sesión del 25 de julio de 1907 del comité organizador, pero estos no pudieron llegar a una conclusión. Para la sesión decimotercera (12 de octubre de 1907), se decidió añadir más secciones dentro de las humanidades tal como la antropología, y dividir las secciones de ciencias jurídicas y sociales en dos. 1CCPA, *2do Boletín: Trabajos*, 6, 10, 20-1. El 2CCLA tenía nueve secciones en total, con muchas ciencias sociales incluidas: : ciencias exactas; ciencias físico-químicas; ciencias naturales; ingeniería; agronomía y zootécnica; ciencias medicas; ciencias sociales y políticas; ciencias pedagógicas; ciencias antropológicas. Estas divisiones habían sido mucho más racionales que las que siguieron—tal cuando se combinaron la biología y la antropología. 2CCLA, *Organización y Resultados*, 12.

<sup>49</sup>"marcado por un carácter semi-público." Reinsch, *Independent*, 372.

<sup>50</sup>"Muchos hombres de ciencias que fueron al congreso tuvieron la impresión que la reunión era principalmente un encuentro de carácter político principal en vez de científico; y sin duda que eran los aspectos políticos del congreso los que habían dominado todos los demás." Gutiérrez, 1; "Second Pan American Scientific Congress," *Scientific American*, 114 (April 1916), 344. La revista *The Outlook* hasta había proclamado que, "quizás el logro más grandioso del congreso era darle al 'pan-americanismo' un sentido y propósito mejor definido de lo que había poseído antes." Citado en "First Pan-American Scientific Congress," *Bulletin of the International Bureau*, 325.

<sup>51</sup>Es algo dudable que la comunidad científica latinoamericana hubiese sido amenable para este "downloading" de la práctica científica. No deberíamos asumir que podría haber ocurrido más rápido de lo que actualmente ocurrió. Es suficiente notar que si hubiese sido una simple transferencia de información, quizás sí podría

haber ocurrido de manera fácil; pero como se trata de dinámicas complicadas de cambios paradigmáticos, el proceso naturalmente fue uno relativamente lento. Este ‘retraso’ también se complica más aun si ambos protagonistas, el donante y el recipiente, no están conscientes de la escala total de los factores afectando el proceso. Es decir, si estos hubiesen percibido el proceso como uno solamente de la transferencia de información. Metafóricamente escribiendo, no era solamente la conexión (interacción humana durante los congresos) que tenía que haberse ampliado, sino que también la maquinaria interna (mentalidad científica) tenía que pasar por un “upgrade”. El proceso algo más complicado que la simple instalación de memoria en una computadora.

<sup>52</sup>Andre Gunder Frank, ed. *Capitalism and Underdevelopment in Latin America: Historical Studies of Chile and Brazil* (New York: Monthly Review Press, 1969); Theotonio Dos Santos, “The Structure of Dependence,” *American Economic Review* 38 (August 1973): 424-438; *Latin America since 1930, Part 1: Economy and Society* (Cambridge: Cambridge University Press, 1984), vol. 6., *Cambridge History of Latin America*, ed. Leslie Bethell.

<sup>53</sup>El Dr. Thomas H. Norton del Departamento de Comercio y el Dr. A. S. Cushman, Director del Instituto para el Crecimiento Industrial dijeron que la Primera Guerra Mundial no había sido una de banqueros como comúnmente se pensaba, pero sino una guerra de químicos. El nitrato es usado tanto como para la agricultura (fijación de nitrógeno en la tierra) y explosivos (ácido nítrico). Que Alemania pudo descubrir una manera de su producción sintética--y así haciéndola sumamente independiente en comparación con los E.U-- estimuló su agresión internacional. El Dr. A. S. Cushman también dijo que la única cosa que podría haber prevenido la guerra era si los químicos estadounidenses hubiesen estado más preparados cuatro años antes. Dos norteamericanos actualmente habían descubierto un proceso de la extracción del nitrógeno, pero no se había desarrollado por la falta de capital. *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Dec. 31, 1915, 4.

<sup>54</sup>Leo S. Rowe, “The Pan-American Scientific Congress,” *The American Review of Reviews* 39 (May 1909), 598. El método es parecido al muy criticado ritual de la confesión en la Iglesia Católica Romana—los norteamericanos estaban usando el arma latinoamericana hacia ella misma. El ritual católico, y su papel de control social, fue muy criticado durante el siglo diecinueve por Francisco Bilbao. Al abrir la conciencia de una al cura, uno se abría a la manipulación intelectual. Francisco Bilbao. *La América en Peligro y otros ensayos*. Santiago de Chile: Ediciones Ercilla, 1941.

<sup>55</sup>Durante la sesión plenaria del 4 de enero, 15 de 18 países votaron por la ciudad de Washington D.C, mientras que 3 habían votado por Lima. Estos tres que le oponían luego cambiaron sus votos, y así permitiendo el cambio a los EE UU. Uno debería de notar que parece que los tales acuerdos públicos realmente ocurrieron en privado. Durante la última sesión del 2CCLA, el Dr. Wernicke preguntó si alguien quería leer una resolución. Pero cuando dos delegados, los señores Soldán y Peruzo, trataron de leer una, su petición fue negada dos veces por el Dr. Wernicke. El usó la mala excusa de que no había tiempo suficiente para poder leer todas las resoluciones de cada persona. El Sr. Peruzo luego dijo, “Pero el señor Presidente nos invitó a hacer algunas indicaciones que ahora resulta que no se pueden hacer. Es, pues, inútil que se nos ofrezca que propongamos alguna cosa.” 2CCLA, *Organización y resultados*, 196.

<sup>56</sup>El 1CCLA fue celebrado en abril, el 2CCLA en marzo, el 3CCLA en agosto, y el 1CCA (Buenos Aires) en julio, mientras que los primeros dos CCPAs habían sido celebrados en diciembre.

<sup>57</sup>*Daily Bulletin, Boletín Diario*, Dec. 28, 1915- Jan. 9, 1916, passim.

<sup>58</sup>“como crear en los países Americanos un sistema correcto...de crédito.” “First Pan-American Scientific Congress,” *Bulletin of the International Bureau*, 590; William Spence Robertson, *Hispanic-American Relations with the United States*, (New York: Oxford University Press, 1960; reprint 1923), 406.

<sup>59</sup>*Daily Bulletin/Boletín Diario*, Ja 5, 1916, 6; Riensch, *Independent*, 372; Phillip C. Jessup, *Elihu Root*, 2 vols. (New York: Dodd, Mead and Co., 1938); Richard William Leopold, *Elihu Root and the Conservative Tradition* (Boston: Little, Brown & Co. 1954); Shepherd, 379, 383.

<sup>60</sup>Rowe, ARR, 600; 1CCPA, *Primer Boletín: Bases, Programa, y Cuestionario General*, 2a ed. (Santiago de Chile: Impr., Lit. La Ilustración, 1908), 70-1; 1CCPA, *Segundo Boletín: Trabajos Preparatorios Hasta el 30 de Junio de 1908* (Santiago de Chile: Imp. Litog. Encl. La Ilustración, 1908), 100-102. Notas muy detalladas sobre las reuniones del comité organizador se pueden encontrar en el Segundo Boletín. Para ser justo, se debería de notar que los comités organizacionales previos a este tampoco habían publicados sus procedimientos. Sylvester Baxter, “The Western World in Conference: Rio de Janeiro and the Conference at the Palace Monore,” en *The Outlook* (Sept. 22, 1905), 188; “The American Delegates to the Pan-American Congress” *The Outlook* (April 28, 1906), 981. Es curioso notar que Tulio Larrinaga, Comisionado Residente de Puerto Rico en los Estados Unidos, y quién había sido el Ingeniero Principal de los

Trabajos Provinciales, también participó en el CPA de 1906.

<sup>61</sup> Quesada, Apéndice.

<sup>62</sup> Se podrían usar como ejemplo dos de varias presentaciones de tipo similar en los CCPAs y los CCLAs. Por ejemplo, el Dr. Andrade habló sobre el potencial de las regiones petrolíferas de Ecuador, y el Ministro F. A. Pezet dio una charla sobre los recursos minerales del Perú. *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Dec. 31, 1915, 4.

<sup>63</sup> Curiosamente usó “lantern slides”. *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Dec. 31, 1915, 1.

<sup>64</sup> “2CCPA,” *Bulletin of the Pan American Union*, 774-775; *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Dec 28, 1915, 4.

<sup>65</sup> *Daily Bulletin, Boletín Diario*, Jan 4, 1915; “2CCPA” en *Bulletin of the Pan American Union*, passim; World Peace Foundation, “2CCPA,” en *The New Pan Americanism; Pamphlet Series*, 6, 2 (April 1916), passim.

<sup>66</sup> “el pan-americanismo intelectual era necesario para promover el pan-americanismo diplomático.” *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Ja 5, 1916, 1; *New Pan Americanism*, 108. Era un tema muy común.

<sup>67</sup> “La ciencia genera un lenguaje internacional...porque...tiene un propósito universal, un plan de acción universal, y es un pensamiento reafirmante a todos aquellos quienes han tenido algo que ver en la siembra de la amistad entre las naciones. La verdad no reconoce fronteras nacionales. La verdad permite ningún prejuicio racial; y cuando los hombres vienen a conocerse unos con otros y a reconocer la igual inteligencia, la igual sinceridad, y el común propósito intelectual, algunas de las mejores fundaciones de la amistad ya se han sembrado.” *New Pan Americanism*, 105.

<sup>68</sup> Mientras que las cifras del primer congresos combinaba las ciencias aplicadas y básicas, la distinción se hizo en todos los demás congresos.

<sup>69</sup> Mientras que la medicina y la tecnología se mencionan en los datos para todos los países, incluyendo a los EE UU, parece inapropiado incluir estos bajo una categorización científica cuando la motivación para estas carreras era una que primariamente era remunerativa en vez de intelectual. El tema de la profesionalización es discutida en el capítulo cinco. Estas categorías eran las que habían sido utilizadas por los organizadores de la conferencia, y no fueron aquellos contados por el autor para asesorarse de su categorización.

<sup>70</sup> Op. Cit (18- 22). Si uno usa la cifra de 23 para la ciencia básica, entonces el porcentaje cambia a 19%. La alta cifra de la ciencia básica durante los ICCLA se debe a la inclusión de las ciencias aplicadas y otras presentaciones no-científicas bajo este título (por ejemplo,

ciencias básicas). Las cifras de la tabla usan solamente los estimados proveídos por sus organizadores, hasta cuando estos no siempre justamente caracterizan las presentaciones en consideración de sus contenidos e objetivos.

<sup>71</sup> Teodosio González, *Una gira por el Pacífico; La hospitalidad Chilena, El Congreso Científico de Santiago; Impresión de un Delegado Paraguayo* (Asunción: Talleres Gráficos La Unión, 1909), passim; *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Ja 4, 1916, 1. 4; Gráficos, passim.

<sup>72</sup> 2CCCLA, *Organizacion y resultados*, 55-70; 3CCCLA, *Relatorio Geral*, 151-157; *Daily Bulletin/Boletín Diario*, Ja. 4, 1916.

<sup>73</sup> Hubieron un numero de temas con respecto a la normalización de la hora en los CCLAs. El primero de este creó un conflicto entre “Federico” Ristenpart y “Carlos” Hesse. Hesse había sugerido un cambio de la división caléndrica consistiendo de 13 meses de 28 días cada. Ristenpart se opuso porque la cifra de 12 era fácilmente divisible por 2, 3, y 4 mientras que 13 obviamente no lo era, y así haciendo calcinaciones astronómicas mucho más difícil. Si reconoció que algún tipo de reforma al calendario Georgiano se necesitaba, y por lo tanto Ristenpart pidió que una sesión especial se formase. El segundo tema era la creación de un ‘tiempo común’, usando a Greenwich en Inglaterra como punto de referencia común. Como tal punto no se había acordado, todas regiones de América Latina tenían diferentes esquemas cronométricos. Se comentaba que cuan fácil seria si, al viajar a Chile, solamente se tuviese que ajustar los relojes por una hora! Paul S. Reinsch, *Public International Unions: Their Work and Organization; A Study in International Administrative Law* (Boston: Ginn & Co., 1911), 35-49; *Chile ante el Congreso*, 28-30. Francisco Porro de Somenzi’, “Reporte,” en Felix F. Outes, ed., *La Universidad Nacional de la Plata en el IVO Congreso Científico, Io Pan Americano* (Buenos Aires: Impt. Edt. Casa Hermanos: 1909), 37-41; Clark Blaise, *Time Lord: Sir Fleming and Creation of Standard Time*, (New York: Pantheon Books, 2001).

<sup>74</sup> “The Second Pan American Scientific Congress,” *BPAU*, 796

<sup>75</sup> M. P. Crosland, “Aspects of International Scientific Collaboration and Organization Before 1900,” en *Human Implications of Scientific Advance*. ed. E. G. Forbes (Edinburgh: University Press, 1977), 119-122, 115-117; Maurice Crosland, “The Congress of Definitive Metric Standards, 1798-199, The First International Scientific Conference?” *ISIS* 60, 202 (Summer 1969), 226-271; Barkan, passim; Peter Robertson, “Niels Bohr and international co-operation in science, “*Impact of Science on Society*, 137 (1988), 15- 21. Pero, de acuerdo a Robertson, las cooperaciones científicas internacionales no emergieron

completamente hasta después de la Primera Guerra Mundial. Parece que existían dos diferentes tipos de congresos—aquellos antecedentes a 1900 que trataban principalmente con las ciencias aplicadas, mientras los del siglo enfatizaban la creación de nuevas ideas científicas.

<sup>76</sup>Döll señaló que en 1920, si el estado de Massachussets hubiese establecido un sistema uniforme cartográfico, se hubiese ahorrado algo como \$80M (EU). El correlacionar los diferentes sistemas era un dolor de cabeza. Irónicamente, era un trabajo con poca visibilidad pero necesario para muchos otros proyectos, y consecuentemente el público no apreciaba su valor. Carlos Malsch, “Conveniencia de adoptar métodos de ensaye y análisis uniformes en los casos litigiosos ó de controversia: Creación de un Comité Pan-Americano permanente, para el establecimiento oficial de estos métodos,” en *Ciencia Químicas*, ed. Belisario Diaz Ossa, vol. 4, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (1.º Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910), 161-166; Francisco Porro di Sumenzi, “Sobre medición de un gran arco meridiano sudamericano” en *Matemáticas Puras y Aplicadas*, Ricardo Poenish, ed., vol. 6, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (1.º Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910), 132-137; Don Ernique Döll, “Discurso de incorporación a la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas de la Universidad de Chile” *Anales de la Universidad* 146, 78 (Jan-Feb 1920), 8.

<sup>77</sup>2CCLA, *Organización y resultados*, 88, 95; Poirier, *Reseña General*, 179-207; Alberto Gráficos, *Informe presentado al Ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia* (La Paz: Imprenta Velarde, 1916).

<sup>78</sup>Al final del día de apertura durante el 3CCLA, hubo una recepción en el Palacio Presidencial, auspiciado por el Dr. Francisco de Paula Rodríguez Avilés—obviamente no era un evento insignificativo. Se veía a veces que el presidente de una nación tomaba tiempo para reunirse con los delegados, como cuando Teodosio González of Paraguay se reunió con Juan L Cuestas, Presidente de Uruguay. 3CCLA, *Relatorio Geral*, 151-157; Samuel Aguinaga, ed., *El Paraguay en el Exterior: Congreso Científico de Montevideo* (Montevideo: Imprenta. de El Siglo, 1901), 36.

<sup>79</sup>“1CCPA” *Bulletin of the International Bureau*, 596; Aguinaga, *passim*; *Daily Bulletin/Boletín Diario*, *passim*.

<sup>80</sup>“Nosotros no deseamos afirmar o reclamar cualquier derecho o privilegio, o poderes que nosotros mismos libremente no concedemos a todas las Repúblicas Americanas. Deseamos ampliar nuestra

prosperidad...pero nuestra concepción de la manera adecuada para su alcance no es mediante la represión del otro o la ganancia al precio de su ruina. Sino que es aquella mediante la ayuda de todos amigos para llegar así a una prosperidad y a un crecimiento común, para que juntos todos podamos ser más grandes y fuertes.” Elihu Root, “The Pan-American Spirit,” en *The Outlook* (Oct 20, 1906), 411.

<sup>81</sup>Dr. Manoel Avalro de Souza Sá Vianna, *Arbitragem Internacional, 2º Congresso Científico Latino Americano* (Rio de Janeiro: typ. Aldina, 1901), 21-22, 55-; Samuel Guy Inman, *Inter-American Conferences 1826-1954: History and Problems* (Washington DC: University Press, 1965), *passim*.

<sup>82</sup>3CCLA, *Relatorio Geral*, 171-176.

<sup>83</sup>Otros oficiales incluyeron a dos vicepresidentes, Carlos R. Tobar (Ecuador) y Luis Demicheri (Uruguay), y dos secretarios generales, Dr. Gregorio Araoz Affaro (Argentina), y Dr. Alfredo Navarro (Uruguay). Durante el 2CCLA, Jose Arechavaleta, Presidente de Comité Ejecutivo Organizador, le pasó la presidencia al Dr. Robert Wernicke, de la Argentina—tal como Valentin Letelier, Presidente del Comité Organizacional Chileno, hizo durante el ICCPA. Reinsch, quien notó los aplausos, comento que, “una audiencia típica de Chile tuvo la oportunidad de enseñar sus deseo de enterrar animosidades viejas.” Tales ejemplos son múltiple. Letelier había expresado su idea del pan-americanismo en su carta de invitación a Rowe, “resultados que de el se esperan, [ie] respecto a la atinada dilucidación de importantes problemas científicos, cuyo estudio interesa a estos pueblos, y a la creación entre ellos de poderosos lazos de amistad...” Comentarios parecidos fueron hechos por la mayoría de los delegados. 1CCPA, *Segundo Boletín*, 9, 66; 2CCLA, *Organización y Resultados*, 55-70. Reinsch, *International Unions* 57; Inman, *Inter-American Conferences*, *passim*; Gráficos, 12-13; 1CCLA, *Anales*, 1898, 255; Dr. Conio, “1CCLA”.

<sup>84</sup>En el 2CCLA, Teodosio Gonzales recibió la impresión de que “la delegación paraguaya fue la niña amada del pueblo, prensa y gobierno Oriental...” Todos los delegados paraguayos ofrecieron reportes muy favorables sobre su recepción en el Uruguay. Reinch, *Independent*, 373; Aguinaga, 34.

<sup>85</sup>Mr. Calvalho dijo, “Más o sentimento individual, colectivo ou social que desperta é o de admiração , o de entusiasmo pelo homem, por seu genio, por seu esorço, pelos resultados obtidos.” 3CCLA, *Relatorio Geral*, 158, 164; 2CCLA, *Organizacion y resultados*, 4, 58;

<sup>86</sup>3CCLA, *1º Boletim*, *passim*.

<sup>87</sup>Un ejemplo seria el observatorio de Santa Lucia fundado por Gillis

después de su visita de 1849 para observar los tránsitos de Venus. *Chile ante el Congreso*, 28; 31

<sup>88</sup>Pero en vez de hacer un llamado a la reforma educativa con más énfasis en la ciencia, menciona que la educación debería de estar en acuerdo con las necesidades del estado, y así promoviendo la fortificación del sentimiento patriótico, inspirando el espíritu nacional, ayudando los fines del estado, etcétera. Irónicamente, mientras que reconocía la importancia de la ciencia, las sugerencias de Alvarez hacían absolutamente nada para fortalecerlas. *Ibid.*, 54-5.

<sup>89</sup>Dr. Pereira, 61-3.

<sup>90</sup>3CCLA, *Relatorio Geral*, 163.

<sup>91</sup>William Shepherd, "The Scientific Congress at Santiago," *Columbia University Quarterly* (June 1909), 332-337.

<sup>92</sup>Poirier, *Reseña General*, 275-285; 2CCLA, *Organización y Resultados*, 196. El primer CPA fue establecido en Panamá en el 1826. Inman, *Inter-Amer Conf*, 1-20.

<sup>93</sup>"The Second Pan American Scientific Congress," *Bulletin of the Pan American Union*, 41, 6 (December 1915), 756.

<sup>94</sup>Me refiero aquí al ex Vicepresidente de los Estados Unidos, el señor Dan Quayle.

<sup>95</sup>Poirier, *Reseña General*, 1 PASC, 140-1; Alan Sokal and Jean Brickmont, *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectual's Abuse of Science* (New York: Picador Press, 1998), chpt 12. Chomsky, por ejemplo, escribe, "Remarkably, their left counterparts today often seek to deprive working people of these tools of emancipation...[stating] that we must abandon the illusions of science and rationality--a message that will gladden the hearts of the powerful, delighted to monopolize these instruments for their own use." *Ibid.*, 204; Steven C. Topik and Allen Wells, *The Second Conquest of Latin America: Coffee, Henequen, and Oil during the Export Boom, 1850-1930* (Austin, Texas: University of Texas Press, 1998).

<sup>96</sup>Samuel Guy Inman, *Problems in Pan Americanism* (New York: George H. Doran Co., 1925); Joseph Byrne Lockey, *Essays in Pan-Americanism* (Port Washington, New York: Kennikat Press, 1939); William Spence Robertson *Hispanic-American Relations with the United States* (New York: Oxford University Press, 1923, reprint 1960). Trabajos modernos incluyen: Whitney T. Perkins, *Denial of Empire: the United States and Its Dependencies* (Leyden: A. W. Sythoff, 1962); Julius W. Pratt, *America's Colonial Experiment: How the United States Gained, Governed, and In Part Gave Away a Colonial Empire* (New York: Prentice Hall, 1951); Robert Beisner. *Twelve Against Empire: The Anti-Imperialists, 1898-1900* (Chicago: University of Chicago

Press, 1968, 1985); David Healy, *U.S Expansionism: The Imperialist Urge in the 1890's* (Madison: University of Wisconsin Press, 1970); Howard K. Beale, *Theodore Roosevelt and the Rise of America to World Power* (New York: Collier Books, 1956); Julius W. Pratt, *The Expansionists of 1898: The Acquisition of Hawaii and the Spanish Islands* (Chicago: Quadrangle Books, 1936, reprint 1964).

<sup>97</sup>*Daily Bulletin*, December 29, 1915

<sup>98</sup>Harrison señala que las inversiones estadounidenses en América Latina durante el periodo después de la Segunda Guerra Mundial, decayó rápidamente. La mayoría del capital de los EE UU se encuentran invertidos en las regiones desarrolladas del mundo: el Japón, Europa, y Brasil—uno de los primeros países de Latinoamérica en haberse industrializado. Las inversiones extranjeras hacen solamente un 5% del total estadounidense. De esta cifra, 70% se dirige a países desarrollados, mientras que América Latina recibe solamente un 20%-que en el final iguala un 1-2% de la inversión total estadounidense. Aun así, la inversión en latinoamericana ha estado decayendo desde la Segunda Guerra Mundial. Constituía un 50% en 1950, y un 32% en 1980. En comparación con la teoría de la dependencia, la mayoría del crecimiento económico de los EE UU ha sido interno a él-- en vez de una transferencia de capital de otras regiones del mundo con las cuales había tenido relaciones comerciales como reclaman. Pike también señala que el crecimiento económico estadounidense precedía sus lasos con América Latina. Durante el siglo diecinueve, el crecimiento norteamericano sobrepasó el de Latinoamérica. Por ejemplo, entre 1800 y 1845, el ingreso mejicano decayó a 56 pesos desde 166 pesos cuando el estadounidense había doblado. Mientras que el producto bruto de México igualó un 51% del estadounidense, había disminuido a un 8% para 1845. La causa? La ciencia y la tecnología. Lawrence Harrison, *Underdevelopment is a State of Mind: The Latin American Case* (Lanham, MD: Center for International Affairs, Harvard University, 1985); Frederick B. Pike, *The United States and Latin America: Myths and Stereotypes of Civilization and Nature* (Austin: University of Texas Press, 1992), 74.

<sup>99</sup>El énfasis panamericano incrementó inversamente a la 'decadencia' de la ciencia durante los congresos.

<sup>100</sup>Inman, *Problems with Pan Americanism*, passim; Philip C. Jessup. *Elihu Root*. 2 vols. (New York: Dodd, Mead and Co., 1938), 1, 314.

<sup>101</sup>Andrew Carnegie también donó dinero para la construcción del edificio del Pan American Union.

<sup>102</sup>"2CCPA", *Bulletin of the Pan American Union*, 778-796; James Brown Scott, ed., *The Final Act and Interpretative Commentary*

*Thearon, Second Pan American Congress* (Washington DC: U.S GPO, 1916), appendix # 7.

<sup>103</sup>Richard Shryock, "American Indifference to Basic Science during the Nineteenth Century," *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 28 (1948-9), 3-18; Nathan Reingold, "American Indifference to Basic Research: A Reappraisal" en George H. Daniels, ed. *Nineteenth-Century American Science: A Reappraisal* (Evanston: Northwestern University Press, 1972), 38-61; Judy Crichton, *America 1900: The Turning Point* (New York: Henry Holt & Co, 1998); Richard Hofstadter, *Anti-Intellectualism in American Life* (New York: Vintage Books, 1963); Max Learner, *America as a Civilization: Life and Thought in the United States Today* 13th ed (New York: Henry Holt & Co, 1987), 216-226; Edwin Layton, "Mirror-image twins: the communities of science and technology in 19th-century America," *Technology and Culture* 12 (1971), 562-80. Los requisitos y valores de una cultura comercial socavan aquellas actividades que no parecen tener una ganancia, beneficio, o aplicación, y por lo tanto crean una atmósfera social que inhibe el libre flujo de las ideas o para la especulación. La ciencia no puede progresar si sabe de antemano lo que esta buscando; si fuese así, un "descubrimiento" no sería un genuino descubrimiento. Irónicamente, como John Stuart Mill señaló en su crítica de la utopía de Comte, estos descubrimientos iniciales sin lucro luego proveen las bases para actividades económicamente remunerativas. Tal fue el modelo que sirvió como base de la política científica estadounidense después de la Segunda Guerra Mundial. John Stuart Mill, *Auguste Comte and Positivism*. reprint, (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1961); Bruce L. R. Smith, *American Science Policy Since World War II* (Washington D.C: The Brookings Institution, 1990).

<sup>104</sup> David Barton Castle, "Leo Stanton Rowe and the Meaning of Pan Americanism," en David Sheinin, *Beyond the Ideal: Pan Americanism in Inter-American Affairs* (Westport, Conn: Praeger Publishers, 2000), 33-44.

<sup>105</sup> La facilidad relativa de movilidad económica entre las clases sociales en los EE UU, en comparación con la rígida y jerárquica sociedad Europea, había tenido un tremendo impacto en las relaciones interpersonales. Véase a Munro para una descripción de los esfuerzos de Root. Seymour Martin Lipset, *The First New Nation: The United States in Historical and Comparative Perspective* (New York: W.W. Norton, 1979); Dana Munro, *Intervention and Dollar Diplomacy in the Caribbean, 1900-1921*. (Princeton: Princeton University Press, 1964), chpt. 4.

<sup>106</sup>Sylvester Baxter, "The Western World in Conference: Rio de Janeiro

and the Conference at the Palace Monroe," *The Outlook* (Oct. 20, 1906), 172; Eduardo Poirier, ed. *Chile en 1908: Obra dedicada a los señores delegados y adherentes al IV Congreso* (Santiago de Chile: Impt. Lit. y Encu. Barcelona, 1909), 242.

<sup>107</sup>Valentin Letelier, *Memorias Universitarias* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1908), 169; Luis Galdames, *Valentin Letelier y Su Obra, 1852-1919* (Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1937), 534-558; Lipp, Simon. *Three Chilean Thinkers: Francisco Bilbao, Valentin Letelier, and Enrique Molina* (Waterloo, Canada: McGill University, 1975.); Sehlinger, Peter J. "Valentin Letelier y la historiografía positiva en Chile durante el siglo XIX." *Revista Chilena de Historia y Geografía*. 145 (1977): 113-124; Allen Woll, *A Functional Past: The Uses of History in Nineteenth Century Chile* (Baton Rouge: Louisiana State University Press, 1982)

<sup>108</sup> 4o Congreso Científico, Iro Pan Americano, *2do Boletín: Trabajos Preparatorios Hata el 30 de Junion de 1908* (Santiago de Chile: Imp. Litog. Encd. "La Ilustración", 1908), passim; Eduardo Poirier, ed. *Chile en 1908: Obra dedicada a los señores delegados y adherentes al IV Congreso* (Santiago de Chile: Impt. Lit. y Encu. Barcelona, 1909); Eduardo Poirier, *Reseña General del 4.0 Congreso Científico, I.o Pan-Americano* (Santiago de Chile: Imp. Lit. y Enc. Barcelona, 1915), 4, 5, passim.

<sup>109</sup>Poirier, *Reseña*, 49, 68.

<sup>110</sup>Los delegados oficiales de los EE UU incluyeron a: Dr. Hiram Bingham, Yale; Dr. Arhcibald Cary Coolidge, Harvard; Col. William C Gorgas, US Army; Dr. W. H. Holmes, Smithsonian Institution; Dr. Bernard Moses, University of California; Dr. Paul S. Reinsch, University of Wisconsin; Dr. George H. Rommel, Dept. of Agriculture; Dr. L. S. Lowe, University of Pennsylvania; Dr. W. R. Shepherd, Columbia University; Dr. W. B. Smith, Tulane University. Non-official delegates included: Dr. Albert A. Michelson, University of Chicago; Dr. J. L. Laughlin, University of Chicago; Mr. Orville A. Derby, Cornell University; Dr. Thomas Barbour, Harvard University; Dr. J. B. Woodworth, Harvard University; Dr. A. Hempel, University of Illinois; Dr. H. D. Curtis, University of Michigan; Dr. C. W. Hall, University of Minnesota; Dr. W. F. Rice, Northwestern University; Dr. W. E. Browning, Princeton University; Dr. D. E. Salas, National Education Association.

<sup>111</sup>Esto explica quizás porque el tema no se había estudiado por académicos latinoamericanos. Los otros candidatos norteamericanos no se discutirán porque caen afuera de la 'filosofía natural' o no fueron científicos de importancia.

<sup>112</sup>Hiram Bingham, “Explorations in Peru,” *National Geographic* 23, 4 (April 1912), 417-422; Hiram Bingham, “In the Woodlands of Peru,” *National Geographic* 24, 4 (April 1913), 387-573; Hiram Bingham, “The Story of Machu Picchu,” *National Geographic* 27, 2 (February 1915), 172-217; Hiram Bingham, “Further Explorations in the Land of the Incas,” *National Geographic* 29, 5 (May 1916), 417-422.

<sup>113</sup>La información aquí presentada por lo tanto no constituye investigación original en el sentido de que esta basada principalmente en documentos secundarios. Pero el autor siente que todavía es necesario incluir este tratamiento aquí para que aquellos lectores que no sepan mucho sobre la historia de la ciencia desarrollen un entendimiento más profundo sobre los congresos. Este material por lo tanto cojera una porción substancial del capítulo. Ocurre demasiadas veces que las disciplinas ignoran las contribuciones de las demás.

<sup>114</sup>Aunque en otras ocasiones Einstein diría que los dos estaban completamente separados. La influencia de Michelson sobre Einstein ha sido tema de mucho debate histórico. Banesh Hoffmann, *Albert Einstein: Creator and Rebel* (New York: Penguin Books, 1972), 69-72; Gerald Horton, “Einstein, Michelson, and the ‘Crucial’ Experiment,” *ISIS* 60, 292 (Summer 1969), 133-198.

<sup>115</sup>Si el sonido necesitaba un medio de transporte como el aire (el sonido no existe en el vacío), entonces quizás se necesitaba un medio similar para la luz—y así el origen de las semejanzas entre las dos palabras “aire” y “éter”.

<sup>116</sup>Stanley Goldberg, and Roger H. Stuewer, eds., *The Michelsonian Era in American Science, 1870-1930* (New York: American Institute of Physics, 1988); Bernard Jaffe, *Michelson and the Speed of Light* (Westport, Connecticut: Greenwood Press, 1960); E. Whitakker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, vol. 1 (London: Thomas Nelson, 1951); Russell McCormach, “H. A. Lorentz and the Electromagnetic View of Nature,” *ISIS* 61, 4 (Winter 1970), 459-498; Bruce J Hunt, “The Origins of the Fitzgerald Contraction” *BJHS* 21 (1988), 67-76; Thomas Parke Hughes, *Science and the Instrument-maker: Michelson, Sperry, and the Speed of light* (Washington DC: Smithsonian Institution Press, 1976).

<sup>117</sup>A Hunter Dupree, *Science in the Federal Government: A History of Policies and Activities* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1986), passim; Daniel Lee Kleinman, *Politics on the Endless Frontier: Postwar Research Policy in the United States* (Durham, NC: Duke University Press, 1995), passim.

<sup>118</sup>Katherine Russell Sopka, *Quantum Physics in America, 1920-1935* (N.Y.: Arno Press, 1980), part 1

<sup>119</sup> El crecimiento de la comunidad científica creció a una tasa mucho más alta entre 1910-20 que entre 1900-10. Por ejemplo, para el 1913 solamente 115 nuevos miembros se habían hecho parte de la APS.

<sup>120</sup> Paul Forman, John Heilbron, and Spencer Weart, *Physics ca 1900. Personnel, Funding, and Productivity of the Academic Establishments*. vol. 5. *Historical Studies in the Physical Sciences*. 1975 ed Russell McCormach (Princeton: Princeton University Press, 1975), chpt. 1; Derek de Solla Price, *Little Science, Big Science* (New York: Columbia University Press, 1963), passim.

<sup>121</sup>Lawrence Badash, “The Completeness of Nineteenth Century Science,” *ISIS* 63 (1972), 48-58. Quizás Michelson había cambiado estas opiniones para el 1899; se sabe que Robert Millikan dijo que Michelson eventualmente cambió su opinión. Cuando exactamente fue el cambio en estas ideas es de importancia histórica. Si lo hubiese creído en el 1908, entonces hubiese tenido una influencia muy significativa en el desarrollo de la comunidad de físicos de Chile. El autor no ha podido encontrar el cambio exacto de fecha. Se le consultó al Prof. Michael Crowe sobre la afirmación de Michelson, y el Prof. Crow respondió que el dudaba que Michelson creía tal idea; era una cita que se había sacado fuera de contexto. Michelson dijo, “Many other instances might be cited, but these will suffice to justify the statement ‘our future discoveries must be looked for in the sixth place of decimals.’” HASTRO-L@WVNM.WVNET.EDU, “A. A. Michelson and 19th cent sci” Fri, 4 May 2001 00:10:48 -0400.

<sup>122</sup>Albert E. Moyer, *American Physics in Transition: A History of Conceptual Change in the Late Nineteenth Century* (Los Angeles: Tomash Publishers, 1983), chpts. 14, 15; Katherine R Sopka, ed. *Physics for a new century: papers presented at the 1904 St Louis Congress* (New York: American Institute of Physics, 1986); quote en Daniel Kevles, “The Physics, Mathematics, and Chemistry Communities: A Comparative Analysis” en Alexandra Oleson and John Voss, eds., *The Organization of knowledge in Modern America, 1890-1920* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1979), 152; Abraham Pais, *Inward Bound: Of Matter and Forces in the Physical World* (New York: Oxford University Press, 1986), 38, chpt. 3. La historia del periodismo científico no está muy desarrollada. Véase Dorothy Nelkin, *Selling Science: How the Press Covers Science and Technology* (New York: W. H. Freeman & Co., 1987). Hubo una similitud en que los congresos como el de St. Louis también definían la ciencia ampliamente, tal como se había hecho en los CCPAs.

<sup>123</sup>Warren Browne, *Titan vs Taboo: The Life of William Benjamin Smith*

(Tucson, Arizona: The Diogenes Press, 1961).

<sup>124</sup>Lewis Pyenson, "Einstein's Early Scientific Collaboration," *Historical Studies in the Physical Sciences*, 7 (1982), 284-92; Lewis Pyenson, "Mathematics, education, and the Gottingen approach to physical reality, 1890-1914," *Europa* 2, 2 (1979), 91-127; Christa Jungnickel and Russell McCormach, *Intellectual Mastery of Nature: Theoretical Physics from Ohm to Einstein*, 2 vols., Chicago: University of Chicago Press, 1986), passim.

<sup>125</sup>John Higham, "The Matrix of Specialization," en Alexandra Oleson and John Voss, eds., *The Organization of knowledge in Modern America, 1890-1920* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1979, 3-18.

<sup>126</sup>Esto quizás se debe a la pobre calidad del trabajo matemático y teórico estadounidense en este tiempo; quizás al encontrar poco estímulo académico, Smith se cambió a una disciplina que tenía más participantes interesados. El mismo Gibbs publicaba su trabajo en una pequeña revista local sin audiencia nacional, y mucho menos auge internacional.

<sup>127</sup>David Bohm, quien tuvo que vivir en Brasil, fue negativamente afectado por la falta de apoyo social. Hasta su movida consecuente a Israel no ayudó remediar su situación. La cita de Einstein se encuentra en Russell Olwell, "Physical Isolation and Marginalization in Physics: David Bohm's Cold War Exile," *Isis* 90, 4 (1999), 751.

<sup>128</sup>Muchos de los otros delegados, tal como Gorgas, Michelson, y Curtis, obviamente dieron sus discursos en inglés, a las cuales se les agregaron traducciones en las transcripciones del congreso. Smith fue una de las pocas que no tuvo traducción, sugiriendo que la presentación original fue en el español. Dado su entrenamiento académico en las lenguas Romances, esto quizás era de esperarse.

<sup>129</sup>John M. Gibson, *Physician to the World: The Life of General William C. Gorgas* (Durham, NC: Duke University Press, 1950), 65; David McCullough, *The Path Between the Seas: The Creation of the Panama Canal, 1870-1914* (New York: Simon & Schuster, 1977), chpts. 15-17; Nancy Stepan, "The interplay of socio-economic factors and medical science: Yellow Fever research, Cuba, and the United States," *Social Studies of Science* 8 (1978), 397-423; Howard A. Kelly, *Walter Reed and Yellow Fever* (Baltimore: Norman, Remington Co, 1923).

<sup>130</sup>William Crawford Gorgas, *Sanitation in Panama* (New York: D. Appleton & Co, 1915); Jerome R. Ravetz, *Scientific Knowledge and Its Social Problems* (New York: Oxford University Press, 1971), chpt. 9; John Etting, *The Germ of Laziness: Rockefeller Philanthropy and Public Health in the New South* (Cambridge: Harvard University

Press, 1981).

<sup>131</sup>Por lo tanto sus orígenes, y el papel de Finlay, son más difíciles de entender. Aunque el médico cubano Finlay ciertamente había postulado que los mosquitos eran un vector de enfermedad en el mundo tropical, no se le da crédito como su fundador/descubridor porque el no había demostrado el mecanismo exacto y la dinámica de su transmisión. Finlay no entendió que el mosquito no era el único agente, pero que también era una víctima de la enfermedad—un factor que inhibe cualquier replicación de sus experimentos. Simplemente tomaba el tiempo en lo que la enfermedad se desarrollaba en el mosquito. Se le da crédito a Manson como el primero en darse cuenta de la conexión mientras que trabajaba en la China durante los años 1870 y 1890. El notó la correlación entre la periodicidad de los huevos filariales en la corriente sanguínea y la diseminación de la enfermedad, en este caso el de la elefantiasis. Durante el día, los huevos no se podían observar en la sangre, pero durante la noche cuando el paciente dormía los números se elevaban súbitamente en los millones—y por lo tanto permitían la contaminación del sistema interino de los mosquitos que vivían en las paredes de la choza. Pero Manson no había entendido el ciclo completo—algo que su estudiante Ronald Ross sí terminaría en 1897. No era, como pensaba Manson, que los huevos se depositaban en el agua y luego por este medio era que entraban al ser humano. Ross encontró que los huevos de desarrollaban a su estado larval dentro del mosquito, y después éstos lo depositaban en el cuerpo humano por el mismo medio en la cual lo habían recibido inicialmente (por la picadura). Después del descubrimiento de Ross, se formaron rápidamente varios institutos al principio de siglo. Así, la medicina tropical no tuvo un solo fundador pero sino varios fundadores. Philip Manson-Bahr, *Patrick Manson: the Father of Tropical Medicine* (London: Thomas Nelson and Sons Ltd, 1962); Francois Delaporte, *The History of Yellow Fever An Essay on the Birth of Tropical Medicine*, transl. Arthur Goldhammer, (Cambridge, MA: MIT Press, 1991), David Arnold, ed., *Warm Climates and Western Medicine: The Emergence of Tropical Medicine, 1500-1900* (Amsterdam: Rodopi, 1996); Michael Worboys, "Tropical Medicine" en R. C. Olby, G N Cantor, et all., *Companion to the History of Modern Science* (London: Routledge, 1990), chpt. 24.

<sup>132</sup>Paul Starr, *The Social Transformation of American Medicine* (New York: Basic Books, Inc., 1982), chpt. 3; Daniel Kevles, "The Physics, Mathematics, and Chemistry Communities: A Comparative Analysis" en Alexandra Oleson and John Voss, eds., *The Organization of knowledge in Modern America, 1890-1920* (Baltimore: Johns Hopkins

University Press, 1979), 139-172.

<sup>133</sup>Heber D. Curtis, "Velocidades radiales de estrellas australes con grandes movimientos propios" en *Matemáticas Puras y Aplicadas*, ed. Ricardo Poenish, vol. 6, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (I.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910), 184-187; Heber D. Curtis, "Estrellas dobles australes descubiertas en el espectroscopio por el Observatorio de la D. O. Mills Expedición," en *Matemáticas Puras y Aplicadas*, ed. Ricardo Poenish, 179-181.

<sup>134</sup> Existe una demostración muy buena sobre el espectroscopio en el museo del Observatorio de Arecibo en Puerto Rico. Aunque esta no demuestra el cambio Doppler que se usa para detectar las velocidades radiales, da una buena idea de la utilidad del espectroscopio como instrumento. Las diferencias entre las composiciones químicas son muy claras y obvias.

<sup>135</sup>Robert G. Atiken, "Biographical Memoir of Heber Doust Curtis, 1872-1942" *Biographical Memoirs*, 23. National Academy of Sciences, 274-294; Michael A Hoskin, "Curtis, Heber Doust," *Dictionary of Scientific Biography*, 508-9; Heber D. Curtis, "Spectrographic and Photographic Observations of Comet c 1908 (Morehouse)," *Lick Observatory Bulletin* 163 (1911), 135-138; Heber D Curtis, "Five Stars having Variable Radial Velocities," *Lick Observatory Bulletin* 146 (1909), 60-1; Heber D. Curtis, "The Distance of the Stars," *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 23, 137 (June-Aug. 1911), 143-163; Heber D. Curtis, "Thirteen Stars having Variable Radial Velocities," *Lick Observatory Bulletin* 164 (1912), 139-140; Heber D. Curtis, "Methods of Determining the Orbits of Spectroscopic Binaries," *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 20, 120 (June 1908), 133-155; William McGucken, *Nineteenth Century Spectroscopy: Development of the Understanding of the Spectra, 1802-1897* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1969); Owen Gingerich, ed., *Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950: part A.*, Michael Hoskin, ed., *The General History of Astronomy*, vol. 4 (Cambridge: Cambridge university Press, 1984).

<sup>136</sup>Extrañamente, la mayoría de los astrónomos se opusieron a los métodos de la astrofísica, supuestamente por su falta de rigor y 'disciplina mental'. La mayoría de los astrofísicos no tenían inicialmente entrenamiento avanzado en las matemáticas, pero sí habían sido autodidactos como Curtis.

<sup>137</sup>M. A. Hoskin, " 'The Great Debate': What Really Happened," *Journal for the history of Astronomy* 7 (1976), 169-182; M. A. Hoskin,

"Ritchey, Curtis and the Discovery of Novae in Spiral Nébulae," *Journal for the History of Astronomy* 7 (1976), 47-53; Robert W. Smith, *The Expanding Universe: Astronomy's 'Great Debate', 1900-1931* (Cambridge: Cambridge University Press, 1982); Charles A. Whitney, *The Discovery of Our Galaxy* (New York: Alfred A. Knopf, 1971).

<sup>138</sup>Heber D. Curtis, "The Distance of the Stars," *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 23, 137 (June-Aug 1911), 155.

in Curtis, "The Distance of the Stars", 161.

<sup>139</sup>H. W. Duerbeck, D. E. Osterbrock, L. H. Barrera S., R. Leiva, "Halfway from La Silla to Paranal--in 1909" *The Messenger*, 95 (March 1999), 34-37.

<sup>140</sup>Un segundo carro fue comprado en 1915.

<sup>141</sup>John Lankford, *American Astronomy, Community, Careers, and power, 1859-1940* (Chicago: University of Chicago Press, 1997); J. B. Hershaw, *The Analysis of Starlight: One Hundred and Fifty Years of Astronomical Spectroscopy* (Cambridge: Cambridge University Press, 1986), chpt. 6; Donald E. Osterbrock, John R. Guftafson, and W. J. Shiloh Unruh, *Eye on the Sky: Lick Observatory's First Century* (Berkeley: University of California Press, 1988), chpt. 8.

<sup>142</sup>Hale había organizado el Congreso de la Astronomía como parte del Congreso de las Artes y Ciencias en el St. Louis World's Fair (1904), y había sido el fundador de la revista e organización principal de la astrofísica. Osterbrock calcula que la cifra pagada por la familia de Hale para su observatorio privado Kenwood, unos \$25,000, hubiese costado \$400,000 en 1992.

<sup>143</sup>Deborah Hitzeroth, *Telescopes: Searching the Heavens* (San Diego: Lucent Books, 1991); Isaac Asimov, *Historia del Telescopio* (Madrid: Alianza Editorial, 1986); Daniel Malacara and Juan Manuel Malacara, *Telescopio y Estrellas* (Medico D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1988); Donald E. Osterbrock, *Pauper and Prince: Ritchey, Hale, and Big American Telescopes* (Tucson: University of Arizona Press, 1993), 25, 66; Albert Van Helden, "Telescope building, 1850-1900" en Owen Gingerich, ed., *Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950: part A*, 40-59.

<sup>144</sup>Henry B. Bigelow, "Thomas Barbour, 1884-1946," *Biographical Memoirs*, National Academy of Science 27 (1952), 13-27; "Dr. Thomas Barbour," *Nature* 157 (Feb 23, 1946), 220.

<sup>145</sup>Barbour dio una charla sobre, "Recent studies in experimental evolution." , que fue mencionada en *Report of the Delegates of the United States to the Pan American Scientific Congress, held at Santiago, Chile December 25, 1908 to January 5, 1909.* (Washington

DC: US GPO, 1909), Appendix B. La presentación no aparece dentro de los veinte volúmenes compilados por el congreso. Primer Congreso Científico Pan-Americano, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (I.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)*. (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910). El autor no ha podido localizar una copia de la presentación de Barbour. ¿Es que Barbour fue un puente entre las dos divergentes metodologías de la biología estadounidense? ¿Es que la “supresión” de su presentación se debe a la inconmensurabilidad de las dos culturas de América; con sus muy diferentes tradiciones intelectuales, los latinoamericanos simplemente no podían identificar su importancia? Otro problema quizás se debe al hecho de que los latinoamericanos definen la ciencia en manera muy diferente de los norteamericanos—aunque existían similitudes en su valorización de los ‘práctico’. Noten que la presentación de Barbour era ciencia pura sin alguna aplicación inmediata.

<sup>146</sup>Es difícil identificar cuál fue el criterio usado para juzgar el mérito del trabajo de Barbour. Es probable que quizás juzgaron por sus credenciales profesionales formales en vez del contenido interno de su presentación. A Bingham, quien también era un académico joven, se le dio mucho más reconocimiento. En contraste a Barbour, Bingham para entonces ya había tenido una larga lista de posiciones distinguidas en las universidades más importantes de los EE UU, no importa cuán menores e insignificantes hayan sido. Pero no hay duda que la investigación científica de Barbour, para esta fecha (1908) había sido mucho más extensa y meritoriosa que la de Bingham.

<sup>147</sup>Uno debería de notar que las opiniones de Darwin sobre la selección natural eran mucho más abiertas que las de los Darwinistas a principio de siglo, como es el August Wiesman.

<sup>148</sup>Garland E. Allen, *Life Sciences in the Twentieth Century* (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1975); Ronald Rainger, Keith Benson, Jane Maienschein eds., *The American Development of Biology* (New Brunswick: Rutgers University Press, 1988); Peter J. Bowler, *Evolution: The History of an Idea* (Berkeley: University of California Press, 1989); Edward J. Pfeifer, “United States,” en Thomas F. Glick, *The Comparative Reception of Darwinism* (Austin, University of Texas Press, 1972), 168-206; Jane Maienschein, *Transforming Traditions in American Biology, 1880-1915* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1991); Margaret W. Rossiter, “The Organization of the Agricultural Sciences” en Alexandra Oleson and John Voss, eds., *The Organization of knowledge in Modern America,*

*1890-1920* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1979); Garland Allen, “The Transformation of a Science: T. H. Morgan and the Emergence of a New American Biology,” en *Ibid*, 206; Cynthia Eagle Russett, *Darwin in America: The Intellectual Response, 1865-1912* (San Francisco: W. H. Freeman & Co, 1976).

<sup>149</sup>Termino en inglés sería, “gentleman naturalist”.

<sup>150</sup>Curiosamente, E.O. Wilson casi un siglo después tendría que defender su profesión como naturalista en contra de las incursiones de los biólogos moleculares. E. O. Wilson, *Naturalist* (Washington D.C: Island Press, 1994), *passim*.

<sup>151</sup>James A Secord, “The discovery of a vocation: Darwin’s early geology,” *British Journal for the History of Science* 24 (1991), 133-57; Thomas Barbour, *A Naturalist at Large* (Boston: Little, Brown and Company, 1943). Quizas era el primer hijo.

<sup>152</sup>Barbour no usó, ni pudo haber usado, el termino. En inglés, el termino como tal es “punctuated equilibrium”.

<sup>153</sup>Mary P. Winsor, *Reading the Shape of Nature: Comparative Zoology at the Agassiz Museum* (Chicago: University of Chicago Press, 1991), 245-266; Barbour, 1945, *passim*, 236-8.

<sup>154</sup>Parecidamente la larga lista de credenciales que había aparecido en los CCPAs, la pequeña biografía de Bingham era un poco engañoso; ciertamente el no era un académico. Esto quizás explica su fría recepción al departamento de historia de Yale.

<sup>155</sup>Alfred M. Bingham, *Portrait of an Explorer: Hiram Bingham, Discoverer of Machu Picchu* (Aimes: Iowa State University Press, 1989); Hiram Bingham, *Across South America: An Account of a Journey From Buenos Aires to Lima by way of Potosi, with note on Brazil, Argentina, Bolivia, Chile, and Peru* (Boston: Houghton Mifflin Co, 1912), chpts. 14, 27.

<sup>156</sup>Esto se compara con el largo reporte en 1915 del 2CCPA titulado *Bulletin of the Pan American Union*.

<sup>157</sup>El caso de Thomas Barbour había sido completamente lo opuesto. Aunque el fue miembro oficial, su presentación no aparece en las publicaciones del congreso.

<sup>158</sup>Pan American Medical Congress, *Transactions of the First Pan-American Medical Congress, held in Washington D.C, September 5-8, 1893* (Washington: U.S GPO., ?); Segundo Congreso Médico Pan-Americano, *Memorias del Segundo Congreso Médico Pan-Americano verificado en la ciudad de México D.F., Noviembre 16-19 de 1896* (San Francisco: Hoeck y Compañía Impresores y Editores, 1898); Tercer Congreso Médico Pan-Americano, *Actas de las sesiones y memorias presentadas al Tercer Congreso Médico Pan-Americano*, Habana

(Cuba) 4-7 de febrero de 1901 (Habana: La Moderna Poesía, 1902). There were two others, 1906 and August 1908, but information hadn't probably diffused enough, otherwise Gorgas would not be repeating it. Cuarto Congreso Medico Pan-Americano, *Anales del Cuarto Congreso Medico Pan-Americano* (Pánama: Chevalier, Andere & Co, 1906). Quinto Congreso Medico Pan-Americano, *Boletín oficial del Quinto Congreso Medico Pan-Americano, Guatemala, 6-10 de agosto de 1908* (Guatemala: Imprenta Nacional, 1908).

<sup>159</sup>Dr. M. J. Rosenau, "Últimos adelantos en el estudio de la fiebre tifoidea," en *Ciencias Medicas E Higiene*, ed. German Greve, vol. 1, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (I.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910), 221-229; Simon Flexner and James W. Jobling, "Análisis de cuatrocientos Casos de Meningitis Epidémica tratados con el Suero Anti-meningítico," en *Ciencias Medicas E Higiene*, ed. Greve, 153-157.

<sup>160</sup>Marcos Cueto, ed., *Missionaries of Science: The Rockefeller Foundation and Latin America*. (Bloomington: Indiana University Press, 1994), passim.

<sup>161</sup>Una de las pocas excepciones fue el Dr. Ashford quién se había convertido en un héroe en Puerto Rico por haber eliminado la prevalente lombriz intestinal, o la 'anémia' como entonces se pensaba que era por los medicos españoles durante siglos. Bailey K. Ashford, *A Soldier in Science: The Autobiography of Bailey K Ashford* (New York: William Morrow and Co., 1934).

<sup>162</sup>Col. W. C. Gorgas, "Saneamiento de los Trópicos en lo que se refiere especialmente a la malaria ó á la fiebre amarilla," en *Ciencias Medicas E Higiene*, ed. Greve, 118-123; Dr. H. R. Carter, "Apuntes sobre los métodos de sanidad en la fiebre amarilla y la malaria resultado de experiencias practicadas en el Istmo" en *Ciencias Medicas E Higiene*, ed. Greve, 131-138

<sup>163</sup>Tomas A. Ramírez, *Ciencias Jurídicas*, vol. 7, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (I.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910).

<sup>164</sup>A. A. Michelson, "Recientes progresos en la Espectroscopia" en *Ciencias Físicas*, José Ducci, ed., vol. 5, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (I.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910), 25-30.

1PASC, 25-29

<sup>165</sup>Michelson también describió brevemente la historia y el mejoramiento de su interferometro. Formulado por Newton, Michelson lo mejoró y pudo obtener niveles de muy alta precisión al usar la luz roja emitida por el 'vapor de cadmio', la cual producía la luz más estable en esa época. Vistas consecutivas daban diferencias no más grande que la de una parte en un millón.

<sup>166</sup>William Benjamin Smith, "Nuevas teorías de los fenómenos físicos," en *Ciencias Físicas*, 2-23.

<sup>167</sup>Smith., 2.

<sup>168</sup> En 1908, la física atómica era relativamente simple y barata en comparación con lo que le siguió permitiendo la entrada de otros a su carrera. Esta era el periodo de tecnologías conocidas como 'cera e hilo' donde pequeños experimentos resultaban en grandes pistas de la constitución interna del átomo. Steven Weinberg, uno de los promotores principales del multi-billionario "supercollider" estadounidense, se sorprendió con el pequeño tamaño del Laboratorio Cavendish de Thomson cuando lo visitó por primera vez. Abraham País, otro físico quien contribuyó al desarrollo de la física después de la Segunda Guerra Mundial, identifica al periodo de 1900 al 1910 como cuna del experimento pequeño. Los instrumentos principales incluían el tubo al vacío y el "Ruhmkoff coil", que eran muy baratos y fácilmente accesibles. La cámara de neblina (cloud chamber) se había inventado en el 1894, y el ciclotrón entonces era un pequeño juguete que podía caber en la palma de la mano. En comparación con la astronomía que ya para esta época había entrado el periodo de la "ciencia grande" (Big Science), la física experimental permanecía relativamente accesible al practicionero común. La ciencia era 'pequeña' no solamente en el sentido de escala, sino también en termino de dinero; lo mismo quizás se podría decir por su dificultad intelectual en comparación con los que vendría después.<sup>169</sup> En cierto sentido, era muy amenable al sistema de valores egalitario de Norteamérica en comparación con el elitismo clasista europeo.

No se trata de subestimar la dificultad de la física que precede la revolución cuántica. Como ya se sabe, Irving Langmuir, quien luego recibió el Premio Nóbel, no pudo aprender esta física en 1903 durante su estadía en Gottingen. La experiencia fue muy común a muchos estudiantes norteamericanos en Alemania. Pero el juzgamiento siempre es relativo en comparación con otra cosa más, y no es intrínscico a sus propiedades. Aunque ciertamente complicada, la disciplina no tenía la sofisticación matemática que lo caracterizaría durante la emergente mecánica matrices (cuántica) de Werner Heisenberg, Max Born, y Wolfgang Pauli de los 1920's, y simplificada por la

ecuaciones de Erwin Schrodinger. John W. Servos, "Mathematics and the Physical Sciences in America, 1880-1930," *Isis* 77 (1986), 611-629; Jed Z. Buchwald, *From Maxwell to Microphysics: Aspects of Electromagnetic Theory in the Last Quarter of the Nineteenth Century* (Chicago: University of Chicago Press, 1985); Bruce J. Hunt, *The Maxwellians* (Ithaca: Cornell University Press, 1991).

<sup>170</sup> Se debería de mencionar que algunos historiadores no están de acuerdo con esta fecha, y la podrían hasta cuatro años después del ICCPA (1912).

<sup>171</sup> Abraham Pais, *Inward Bound: Of Matter and Forces in the Physical World* (New York: Oxford University Press, 1986), chpt. 4, 103-4, 180-1; Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory* (New York: Pantheon Books, 1992), chpt. 7; Steven Weinberg, *The Discovery of Subatomic Particles* (New York: W. H. Freeman & Co, 1990), 3, 6; Chen Ning Yang, *Elementary Particles: A Short History of Some Discoveries in Atomic Physics* (Princeton: Princeton University Press, 1962); Isobel Falconer, "Corpuscles, Electrons, and Cathode Rays: J. J. Thomson and the 'Discovery of the Electron'", *BJHS* 20 (1987), 241-276; Theodore Arabatzis, "Rethinking the 'Discovery' of the Electron" *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics* 27B, 4 (Dec 1996), 405-436; Michael Chayut, "J. J. Thomson: The Discovery of the Electron and Chemists," *Annals of Science*, 48 6 (1991), 527-544; Nadia Robotti, "J. J. Thomson at the Cavendish Laboratory: The History of an Electric Charge Measurement," *Annals of Science* 52 (1995), 265-284; Russell McCormach, "H.A. Lorentz and the Electromagnetic View of Nature," *ISIS* 61, 209 (Winter 1970): 459-498.

<sup>172</sup> El modelo de Smith y Bohr no eran la misma cosa. Neils Bohr explicó el raro hecho que si uno seguía los modelos planetarios del átomo, tal como el de Nagoka de 1903, el revolviendo electrón rápidamente perdería toda su energía y se desplomaría hacia el núcleo. Bohr dijo que la energía era emitida (o absorbida) solamente cuando los electrones saltaban de un nivel a otro, y así dando una profunda explicación sobre la serie de espectro Balmer. Smith nunca mencionó la espectroscopia en su presentación, aunque tenía un papel tan fundamental en la historia de la física atómica. Esto era de tanta importancia, que en 1900 Heinrich Kayser publicó un libro de 800 páginas titulado, "Handbuch der Spectroscopie", publicando 5 volúmenes más haciendo unas cinco mil páginas sobre el tema. Sommerfeld se refería a la líneas del espectro como, "la verdadera música atómica de la esfera" (refiriéndose al trabajo de Kepler). También se debería de notar que entre 1900-1910 hubieron numerosos

modelos del átomo. Pais, 166.

<sup>173</sup> Smith, 6, 10-13, 14.

<sup>174</sup> El lector no debería de asumir que aunque estas teorías estaban descritas en un lenguaje científico razonable que eran correctas. Por ejemplo, Smith creía que el movimiento de los meteoritos era afectado por las cargas electromagnéticas entre ellos y el sol.

<sup>175</sup> Smith., 15-18, 19.

<sup>176</sup> *Ibid.*, 21.

<sup>177</sup> Bush fue un asesor científico del Presidente F.D. Roosevelt, quien efectivamente pudo mejorar la estrategia y el esfuerzo científico de los Estados Unidos. El ayudó a darle a muchos científico lo que carecían al principio de siglo: influencia y poder político. Véase Kevles, *The Physicists*, *passim*.

<sup>178</sup> La antropología médica es la más desarrollada de la 'antropología de la ciencia' y tomo esa posición al buscar maneras de como bregar con estos problemas metodológicos--los cuales son ignorados demasiadas veces por historiadores de la ciencia más conservadores. Desafortunadamente, la disciplina de la antropología como tal rechazó una división disciplinaria, la cual parece haber afligido el crecimiento del tema. Historiadores de la ciencia quienes han tratado de meterse a la disciplina no han hecho un trabajo muy bueno; lo mismo no se puede decir por los historiadores de la medicina. Los mejores tratamientos, tales como el de Traweek, ignoran completamente los aspectos intelectuales, enfocándose en las interacciones humanas; en este sentido son más sociológicas que antropológicas. Pero trabajos como el de Horton, aunque importante, no sugieren nuevas averías de investigación para el historiador. Robert K Merton, "Insiders and Outsiders: A Chapter in the Sociology of Knowledge," *The American Journal of Sociology* 78, 1 (July 1972), 9-47; Byron J. Good, *Medicine, Rationality, and experience: An anthropological perspective* (Cambridge: Cambridge University Press, 1994), *passim*; Landy, David, ed. *Culture, Disease, and Healing: Studies in Medical Anthropology* (New York: Macmillan Publishing Co., 1977), *passim*; Sarah Franklin, "Science as Culture, Culture as Science," *Annual Review of Anthropology* 24 (1995), 163-84; Malcolm R. Crick, "Anthropology of Knowledge," *Annual Review of Anthropology* 11 (1982), 287-313; Michael Macdonald, "Anthropological perspectives on the history of science and medicine," en *Information Sources in the history of science and medicine*, Pietro Corsi and Pual Weindling, eds., (London: Butterwork Scientific, 1983), 61-80; Sandra Harding, "Is Science Multicultural? Challenges, Resources, Opportunities, Uncertainties," *Configurations* 2 (1994), 301-330; Sandra Harding,

*Is Science Multicultural?: postcolonialism, feminism, and epistemologies* (Bloomington, Ind: Indiana University Press, 1998); Sharon Traweek, *Beamtimes and Lifetimes: The World of High Energy Physics* (Cambridge, MA.: Harvard University Press, 1988); Robin Horton, "African Traditional Thought and Western Science," *Africa* 37 (1967), 50-70, 155-185; Robin Horton and Ruth Finnegan, eds. *Modes of Thought* (London: Faber and Faber, 1973); Yehuda Elkana, "A Programmatic Attempt at an Anthropology of Knowledge," en *Sciences and Cultures*, Everett Mendelsohn and Yehuda Elkana, eds. (Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishers, 1981), 1-76.

<sup>179</sup>Las cifras dependen de como uno clasifica las presentaciones, o define éstas categorizaciones. Pero aun cuando se considera las variaciones, el cuadro general se queda igual.

<sup>180</sup>José K. Ducci, ed., *Ciencias Físicas*, vol. 5, *Trabajos del Cuarto Congreso Científico (1.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910); D. Santiago Marín Vicuña, ed. Ingeniería. vols. 18-19, *Trabajos del Cuarto Congreso Científico (1.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910). Un porcentaje mucho más grande en el volumen de las matemáticas trataba con la ciencia pura, mientras que el volumen de la química demostraba una fuerte preferencia por el trabajo práctico. Ricardo Poenish, ed., *Matemáticas Puras y Aplicadas*, vol. 6, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (1.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910); Belisario Diaz Ossa, ed., *Ciencia Químicas*, vol. 4, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (1.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910).

<sup>181</sup>Dr. José Ducci K., "Las nuevas teorías de los fenómenos físicos," en Ducci Op. cit (5), 86-97.

<sup>182</sup>Delegación Chilena, *Chile ante el Congreso Científico Internacional Americano de Buenos Aires; Informes I Monografías, Congreso Científico Internacional Americano, Buenos Aires, 1910* (Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1911), ii.

<sup>183</sup>La falta de especialización no era rara. Durante el siglo diecinueve, los intelectuales cubrían muchas áreas. Esta tendencia se veía no solamente en América Latina, sino también en los Estados Unidos, aunque parece haberse prolongado más en el continente sur.

<sup>184</sup>"Ducci, José Kallens" *Diccionario Histórico Biográfico y Bibliográfico de Chile*, ed. V. Figueroa, vol. 2 (Santiago de Chile: Balse Ils & Co,

1928), 610-613.

<sup>185</sup>Eduardo Poirier, *Reseña General del 4.0 Congreso Científico, 1.O Pan-Americano*. (Santiago de Chile: Imp. Lit. y Enc. Barcelona, 1915), passim.

<sup>186</sup>Víctor Delfino, "Nueva Teoría de los fenómenos eléctricos," en Ducci, 130-133.

<sup>187</sup>Mariano Gutiérrez Lanza, "Puntos de vista sobre los terremotos," en Ducci., 156-9.

<sup>188</sup>Una pregunta interesante, pero inmediatamente imposible de contestar, es si los físicos latinoamericanos que participaron en la conferencia pudieron darse cuenta de la pobre calidad de esta investigación o si realmente creían en las alegaciones hechas por su exponente.

<sup>189</sup>Arturo Munnich, "Un fenómeno observado por la fotografía en las nubes y de origen probablemente eléctrico," en Ducci., 127-129.

<sup>190</sup>G. L. de Llergo, "Morfogenia: Ensayo sobre la generación de las formas redondas de los cuerpos," en Ducci., 134-148.

<sup>191</sup>D'Arcy Thompson, *On Growth and Form*. abridged. ed J. T. Bonner (Cambridge: Cambridge University Press, 1969). Haeckel obviamente daría una cifra similar.

<sup>192</sup>Llerdo., 145.

<sup>193</sup>Gutiérrez., op. cit (8), 149-225.

<sup>194</sup>Gráficos, 225-6

<sup>195</sup>Ibid., 153.

<sup>196</sup>Ibid., 149-172.

<sup>197</sup>Stephen G. Brush, "Nineteenth-Century Debates about the Inside of the Earth: Solid, Liquid, or Gas?" *Annals of Science* 36 (1970), 252; Charles Davidson, *Studies in the Periodicity of Earthquakes* (London: Thomas Murby & Co., 1938); Charles Davidson, *The Founders of Seismology* (Cambridge: Cambridge University Press, 1927); Jack Oliver, *Shocks and Rock: Seismology in the Plate Tectonics Revolution; The story of earthquakes and the great Earth science revolution of the 1960's* (Washington DC: American Geophysical Union 1996).

<sup>198</sup>Agusto Salina Arayas, *La Ciencia en Chile y en Los Estados Unidos de Norte América: Un Análisis Histórico Comparado, 1776-1976* (Santiago de Chile: CONICYT, 1976); Jacques Gaillard, *Scientists in the Third World* (Lexington: University Press of Kentucky, 1991); Frank Safford, *The Ideal of the Practical: Colombia's Struggle to form a Technical Elite* (Austin: University of Texas Press, 1976); T. Braun, W. Gläznel, "A Topographical Approach to World Publication Output and Performance in the Sciences, 1981-1985," *Scientometrics* 19,3-4 (1990), 159-165; A Schubert and T. Braun, "International

Collaboration in the Sciences, 1981-1985,” *Scientometrics* 19, 1-2 (1990), 3-10; A. Schubert, W. Gläznel, T. Braun, “Scientometric Datafiles: A Comprehensive set of Indicators on 2649 Journals and 96 countries in All Major Science Fields and Subfields, 1981-1985,” *Scientometrics*, 16, 1-6 (1989), 3-478.

<sup>199</sup>Helge Kraugh, *Quantum Generations: A History of Physics in the Twentieth Century* (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1999). Kraugh hace esta observación de la física al principio del siglo veinte en comparación con la de los EE UU, por ejemplo Heisenberg. Pero creo que el mismo comentario aplica a la ciencia en el fin del siglo diecinueve, cuando comparada en un esquema más amplio con respecto a las diversas maneras de entender la naturaleza.

<sup>200</sup>F. H. Hinsley, ed. *The New Cambridge Modern History*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1970), vol. 11, *Material Progress and World-Wide Problems, 1870-1898*, Charles C. Giffirin, “The States of Latin America” chpt. 19, pp. 536-541

<sup>201</sup>David A. Hounshell, *From the American System to Mass Production: The Development of Manufacturing Technology in the United States, 1800-1932* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984), passim.

<sup>202</sup>Pero es claro que Zegers tuvo una influencia tremenda en la difusión de la más avanzada física en Chile. Sus artículos en los medios de comunicación locales incluyeron: “Los progresos de la Electricidad i el descubrimiento del profesor Roentgen” (1897) , “El radium” en *El Mercurio* (Abril 1904); y “Las ciencias físicas i la radio-actividad,” en los *Anales* (1906). Autores locales que también discutieron la radioactividad incluyeron a A. E. Salazar, quien escribió del radium para *El Mercurio* en julio de 1903. El trabajo científico de Zegers presentado en el ICCPA no trató directamente con la radioactividad. Alberto Obrecht, “De la figura de los planetas,” en Poenish., Op. cit. (143), 138-145; F. Ristenpart, “Expedición chilena á Mocoletá, Provincia de Corrientes (Argentina), Para la observación del eclipse total de sol el 23 de diciembre de 1908” en Poenish., Op. cit(143)., 187-189; Luis L. Zegers, “Ensayo industrial del cobre por electrólisis,” en Ducci., Op. cit(143), 49-54; M. Lachaud, “Rapidez de translación de las moléculas gaseosas,” en Ducci., Op. cit(143), 117-126.

<sup>203</sup>*Diccionario biográfico de Chile* (Santiago, Chile: Soc. imp. y lit. Universo, 1936-); Luis Emilio Rojas, *Biografía cultural de Chile*, second ed. ( Santiago de Chile : Gong, 1987); Mario Céspedes and Lelia Garreaud, *Gran diccionario de Chile : biográfico-cultural*, 2a. ed. (Santiago, Chile : Importadora Alfa, 1988); Virgilio Figueroa, *Diccionario histórico, biográfico y bibliográfico de Chile*, 5 vols.

(Santiago de Chile, Establecimientos gráficos Balcells & Co., 1925-31)

<sup>204</sup>Obrecht, Alberto,” en *Diccionario Biográfico de Extranjeros en Chile*, ed. Pedro Pablo Figueroa (Santiago de Chile: Imprenta Moderna, 1900), 163-4; “Obretch, Huber Alberto” en *Diccionario Histórico Biográfico y Bibliográfico de Chile*, ed. V. Figueroa, vol. 5, (Santiago de Chile: Balse Ils & Co, 1928),383; ; Arturo Adlunate Phillips, *Chile mira hacia las estrellas: pequeña historia astronómica* (Santiago de Chile: Editora Nacional Gabriela Mistral, LTDA, 1975), 119-141.

<sup>205</sup>El autor no ha podido recopilar mucha información sobre Ristenpart. Simplemente no se le menciona en las biografías históricas de Chile o Alemania. El único listado para un “Ristenpart” que es mencionado parece ser su hijo (?) Eugen Karl Emile, nacido en 1873, quién obtuvo su doctorado en la Universidad de Berlín en 1896. Eugen era un químico, y trabajaba para la Knipscher & Maass Silk Dyein Company en Nueva Jersey, y luego fue profesor en Frankfurt. Las fechas de su nacimiento sugieren que le más viejo Ristenpart probablemente era su padre, quien había estado en la edad de los cuarenta cuando viajó a Chile. “Ristenpart, Eugene Karl Emil” *J. C. Poggenorff's biographisch-literarisches Handwörterbuch für Mathematik, Astronomie, Physik mit Geophysik, Chemie, Kristallographie und verwandte Wissensgebiete*, vol. 6 (Berlin: Verlag Chemie, 1938), 2186; *Ibid* (1959), 781.

<sup>206</sup>Marcel Lachaud, “Procedimiento de extracción y purificación de la cocaína por medio del tetracloruro de carbono” en Díaz Ossa, 240-1. El tema de Lachaud, la creación de una droga que ha servido como base del narcotráfico en nuestros días, quizás sea algo sorprendente. Pero se debería de notar que la cocaína entonces no tenía el mismo significado o función social que tiene ahora—asociado con la progresía, la violencia, el crimen, etc. En la época de Lachaud, la cocaína había sido usada por primera vez para propósitos médicos por Carl Koller en los EE UU, revolucionando las operaciones de ojo. Usado como anestesia, luego se usó en todo tipos de operaciones—espinales, dentales, etcétera. Aunque el uso de la cocaína era común, como en la coca-cola, sus efectos adictivos no se conocieron hasta los años 1920. Para la Segunda Guerra Mundial, su uso cayó, para resurgir otra vez en los 1960’s en la forma que reconocemos. Sherwin Nuland, *Doctors: The Biography of Medicine* (New York: Vintage Books, 1995); S. L. Sgan, “Therapeutical uses of cocaine: a historical review,” *Pharos* 61, 1 (Winter 1998), 23-8; H. F. Wulf, “The Centennial of Spinal anesthesia,” *Anesthesiology* 89, 2 (August 1998), 500-6; J. E.

McAuley, “Carl Koller--the man and the drug,” *Dental History* 11 (October 1985), 21-6; M. Leonard, “Carl Koller: Mankind’s greatest benefactor? The story of local anesthesia,” *Journal of Dental Research* 77, 4 (April 1998), 535-8; J. Jones, “The rise of the modern addict,” *American Journal of Public Health* 8, 1 (Aug 1995), 1157-62; G. Dag, “Cocaine abuse in North America: a milestone in history,” *Journal of Clinical Pharmacology* 33,4 (April 1993), 276-310.

<sup>207</sup>Raúl Silva Castro, “Don Eduardo de la Barra y la pedagogía alemana” *Revista Chilena de Historia y Geografía* (1942), 208-235. En 1899, de la Barra también escribió, “Chile ¿para los alemanes o para los chilenos?” ( *El Porvenir*). Este atacó a los maestros alemanes diciendo que raramente iban a clases, pasaban la mayoría del tiempo haciendo investigaciones, y que daban malas presentaciones debido a su mal español. También argumentó que los cambios pedagógicos no deberían de atribuírseles a los alemanes solamente—los liceos ya habían estado en un proceso de incrementar sus estudios científicos. “¿Por qué atribuir entonces a la importación germánica una reforma esencialmente chilena...? Así son los demás méritos alemanes.”

<sup>208</sup>Patricio Rogers Figueroa, “La astronomía en Chile durante la segunda mitad del siglo XIX,” *Revista Chilena de Historia y Geografía* 150 (1982), 47.

<sup>209</sup>Se podría señalar que las revistas científicas de Alemania eran más leídas, y simplemente más importantes científicamente que las revistas locales Chilenas—y por lo tanto, proveían un incentivo fuerte a su uso dentro de la agenda astronómica de Ristenpart. Mientras que las primeras revistas eran ‘universales’, las segundas eran ‘provinciales’.

<sup>210</sup>Ignacio Domeyko, *Mis Viajes: Memorias de Un Exiliado*, vol. 1 (Santiago: Ediciones de la Universidad de Chile, 1978), 779-847; Diego Barros Arana, *El Doctor Don Rodolfo Amando Philippi: Su Vida I Sus Obras* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1904), *passim*.

<sup>211</sup>Ristenpart, “Astrónomos alemanes”, p.186.

<sup>212</sup>Alberto Obrecht, *Memoria sobre el estado actual del Observatorio Nacional de Santiago i proyecto de Reorganización* (Santiago de Chile: Imprenta Nacional, 1890), 15. “Desde luego podría formar los astrónomos *chilenos* del porvenir i también podría prestar servicios importantes a algunas personas que se dedican más especialmente a la jeografía, oficiales de la marina, e ingenieros jeógrafos.”

<sup>213</sup>Alberto Obrecht, *Anales del Observatorio Nacional de Santiago (Extracto): Coordenadas jeograficas de algunas ciudades de Chile* (Santiago de Chile: Imprenta Nacional, 1890); Alberto Obrecht, *Sobre el Sistema de Desarrollo más Conveniente para Representar*

*el Mapa de Chile* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1893) ; Alberto Obrecht, *Dibujo Practico del Mapa de Chile* (Santiago de Chile: Editorial Cervantes, 1895); A. Obrecht, *Determinación de la Hora y de la latitud jeográfica de un lugar por la observación de los momentos en que las alturas de algunas estrellas son iguales* (Santiago de Chile: Soc. Imprenta y Litografía Universo, 1907); Alberto Obrecht, *Observaciones Astronómicas i Meteorológicas Desde Enero de 1905 a Diciembre de 1908* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1909); Alberto Obrecht, *Nuevas Tablas Náuticas* (Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1918).

<sup>214</sup>Alberto Obrecht, *Observaciones Astronomicas i Meteorológicas, Aspectos de Marte Durante la oposición de 1892* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1893), 2.

<sup>215</sup>Alberto Obrecht, “Velocidad de las corrientes engendradas por la marea en un canal proyectando entre el puerto de Llico y el lago Vichuquén,” en Poenish, 48-57.

<sup>216</sup>Donde R es el radio mediano, I el “pendiente del perfil longitudinal” del canal, y K el coeficiente de dimensión.

<sup>217</sup>Alberto Obrecht, *Observaciones Astronómicas i Meteorológicas; cómo se verá en Chile el eclipse de Sol de 16 de Abril de 1898; Aspectos de Marte Durante la oposición de 1892* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1898), 6.

<sup>218</sup>Alberto Obrecht, *Observaciones Astronómicas i Meteorológicas* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1892), 4.

<sup>219</sup>Alberto Obrecht, *Observaciones Astronomicas i Meteorológicas; como se verá en Chile el eclipse de Sol de 16 de Abril de 1893*, 20, 22.

<sup>220</sup>F. Ristenpart, “Expedición chilena á Mocoretá...”, 188; F. Ristenpart, “Informe, general”, en *Chile ante el Congreso Científico Internacional Americano de Buenos Aires; Informes I Monografías* (Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1911), 25-35; Philip Chandler, “Clairaut’s Critique of Newtonian Attraction: Some Insights into his Philosophy of Science,” *Annals of Science* 32, 4 (1975), 369-378; Guido Tagliaferri and Pasquale Tucci, “Carlini and Plana on the Theory of the Moon and their Dispute with Laplace,” *Annals of Science* 56, 3 (1999), 221-269.

<sup>221</sup>Las imagenes emuestran algunas causas afectando el rigor astronómico : la aberración atmosférica y la refacción de pasaje. En el segundo diagrama, uno tenia que multiplicar el resultado por 1.00028! Ristenpart, *Clases*, 17-23.

<sup>222</sup>F. Ristenpart, “Informe,” en *Chile ante el Congreso Científico Internacional Americano de Buenos Aires; Informes I Monografías, Congreso Científico Internacional Americano, Buenos Aires, July*

1910. (Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1911), 25-35.
- <sup>223</sup>Ristenpart aquí no esta siendo completamente honesto. El observatorio si tenia una revista, pero parece de haberse ido fuera de imprenta. A. Obrecht, *Anales del Observatorio Nacional de Santiago* (Santiago de Chile: Imprenta Nacional, 1890).
- <sup>224</sup>F. W. Ristenpart, “El Observatorio Astronómico Nacional en 1909” *AUC* 126 (July-Dec 1910), 738-8, 744, 747, 750-1; F. W. Ristenpart, “El Observatorio Astronómico Nacional en 1910” *AUC* 128, 69 (July-Aug 1911), 923, 931, 933, 937 ; Rosauero Castro, “Memoria” *AUC* 128, 69 (July-Aug 1911), 161-168; F. W. Ristenpart, “Memoria sobre el funcionamiento del Observatorio Astronómico Nacional durante el año 1911” *AUC* 130, 70 (1912), 427-452. Comparen estos reportes con los de Obrecht. Obrecht esperaba tener 16 empleados. También decidió que 1) no era efectivo mover el observatorio 2) los trenes no eran tan malos—los medidas se podrían hacer antes y después de su paso. (El observatorio irónicamente ayudaba al servicio de tren al proveer la hora exacta a toda la nación.) 3) el observatorio necesitaba urgentemente una ‘resilla’, y 4) Obrecht parece haber pedido solamente 50,000 pesos para mejorar el estado del observatorio. Alberto Obrecht, *Memoria sobre el estado actual*, 4-5, 7, 10, 12, 14-15, 18.
- <sup>225</sup> Frase de Vannevar Bush. Op. cit (146).
- <sup>226</sup>Imaginen si, como la diosa Cípher, uno podría regresar cada 500 años y observar los cambio de la fortuna humana—esto era exactamente lo que los cometas eran de acuerdo a Ristenpart. Federico W. Ristenpart, *El Cometa Halley: Conferencia dada en el Salón Central de la Universidad de Chile., Lunes 25 de Abril de 1910* (Santiago de Chile: Soc. Imp. Y Lit. Universo, 1910).
- <sup>227</sup> Obrecht, *Curso*, 160, 172.
- <sup>228</sup>Alberto Obrecht, *Curso de Matemáticas Superiores de la Sección de Arquitectura Profesado en la Universidad de Santiago* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1908); Friedrich Wilhelm Ristenpart, *Clases de Astronomía Profesadas en la Universidad de Santiago de Chile: Tercer Año: Teoría de los instrumentos, Segunda Parte (Instrumento de Pasajes, Círculo Vertical, Instrumento Acodillado)* (Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1912), vi, passim.
- <sup>229</sup>Wilhelm Ziegler, “Ideas generales sobre la enseñanza de la física en Chile,” *AUC* 118 (Jan-June 1906), 1-19
- <sup>230</sup>Obrecht dio énfasis especial al elipse, la hipérbola, y la parábola, cuales han sido tan importantes en la historia de la ciencia. Stein puso estos al final de su libro, escondidos en el apéndice (paginas 971-981); pero el es la excepción a la regla. Los demás le dan su propio capitulo: Mizrahi-- capitulo 12, Shenk—capitulo 10, Leithold—capitulo 10,

- Purcell—capitulo 12. Obrecht en este sentido es más similar que diferente. Pero ciertamente hubo un énfasis diferente. Dado el largo del libro, de 227 paginas, la sección dedicada al elipse coge un porcentaje más grande de 23%. En los textos modernos, el porcentaje es el siguiente: Purcell (4%); Leithold (6%); Shenk (4%); Mizrahi (3%). Abe Mizrahi and Michael Sullivan, *Calculus and Analytic Geometry*, 2nd ed, (Belmont, CA: Wadsworth inc, 1986); Edwin Purcell and Dale Varberg, *Calculus with Analytic Geometry*, 5th ed (Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1987); Sherman K. Stein, *Calculus and Analytic Geometry* (New York: McGraw-Hill Book Co, 1973); Al Stein, *Calculus and Analytic Geometry*, 2nd ed (Santa Monica, CA: Goodyear Publishing, Inc., 1979); Louis Leithold, *The Calculus with Analytic Geometry*, 5th ed (NYL Harper & Row Publ., 1986).
- <sup>231</sup>Alberto Obrecht, “Algunas consideraciones sobre el término medio” en Poenish Op. cit (5), 2-6; Alberto Obrecht, “Teoría de las mareas” en Poenish Op. cit (5), 146-153.
- <sup>232</sup>Stephen G. Brush, *The Kind of Motion We Call Heat: A History of the Kinetic Theory of Gases in the 19th Century* 2 vols., (Amsterdam: North-Holland Publishing Co, 1976); Friederich Hund, *The History of Quantum Theory*. transl. Gordon Reece (New York: Harper & Row, 1974); Rancis L. Friedman and Leo Sartori, *The Classical Atom*, (Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Co, 1965); A. d’Abro, *The Rise of the New Physics: Its Mathematical and Physical Theories*, 2 vols., (New York: Dover Publications, 1951); Martin Goldstein and Inge F. Goldstein, *The Refrigerator and the Universe: Understanding the Laws of Entropy* (Cambridge: Harvard University Press, 1993); David Lindley, *Boltzmann’s Atom: The Great Debate That Launched a Revolution in Physics* (New York: The Free Press, 2001); A. J. Kox, “H. A. Lorentz’s Contributions to Kinetic Gas Theory,” *Annals of Science* 47 (1990), 591-606; David Cahan, “From Dust Figures to the Kinetic Theory of Gases: August Kundt and the Changing Nature of Experimental Physics in the 1860’s and 1870’s,” *Annals of Science* 47 (1990), 151-172; Pehna Maria Cardoso Díaz, “Clausius and Maxwell: The Statistics of Molecular Collisions (1857-1862)” *Annals of Science* 51, 3 (1944), 249-262.
- <sup>233</sup> Su primer trabajo se basó en las formulas de Plateau sobre las fuerzas capilarias en una membrana, mientras que el segundo trabajo de Obrecht presumió que las fuerzas de la superficie terrenal se afectaría por una capa sólida muy fina y flotante.
- <sup>234</sup>Alberto Obrecht, “De la figura” 138-145; Alberto Obrecht, *Nueva Teoría de la Figura de los Cuerpos Celestes* (Santiago de Chile: Imprenta, Litografía, i Encuadernación Barcelona, 1914). Es que

Obrecht se robó el modelo de 1914 del fundador de la teoría de platos tectónicos? Es imposible afirmarlo, aunque ciertamente le hubiese dado al trabajo más apoyo. Estos modelos estaban ‘en el aire’, particularmente en Alemania. En 1910, Frank B. Taylor había aludido a la idea de la deriva de los continentes, pero no desarrolló la teoría. Él estaba preocupado principalmente con las montañas del medio Atlántico. Aunque el libro de Wegner no apareció hasta el 1915, su primer papel sobre estas teorías apareció en 1912 en *Geologische Rundschau*. Martin Schwarzbach, *Alfred Wegner: The Father of Continental Drift* (Madison, Wisconsin: Science Tech Inc, 1986), chpts. 2-3.

<sup>235</sup>Obrecht, “De la figura”, 139, 141, 145. Arthur D. Butterfield, *A History of the Determination of the Figure of the Earth from Arc Measurements* (Worcester, MA: The Davis Press, 1906); James R. Smith, *From Plane to Spheroid: Determining the Figure of the Earth from 3000 B.C. to the 18th Century Lapland and Peruvian Survey Expeditions* (Rancho Cardova, CA: Landmark Enterprises, 1986).

<sup>236</sup>“Clairaut” *Dictionary of Scientific Biography*, ed. Charles Coulston Gillispie, vols. 3-4, (New York: Scribner, 1970), 281-286; Charles Coulston Gillispie, *Science and Polity in France at the end of the old regime* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1980), 112-113; Antonio Lafuente and Antonio J. Delgado, *La geométrica de la tierra: Observaciones y resultados de la Expedición Geodésica* (Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1984); Frank D. Stacey, *Physics of the Earth* (New York: John Wiley & Son, 1969) 21, 25, 47; George D. Garland, *Introduction to Geophysics: Mantle, Core, and Crust* (Philadelphia: W. B. Saunders Co, 1971), chpt. 11; J. A. Jacobs, R. D. Russell, J. Tuzo Wilson, *Physics and Geology* (New York: McGraw-Hill Book & co, 1959), appendix B, “Clairaut’s Theorem” (p387-389); I. Todhunter, *A History of the Mathematical Theories of Attraction and The Figure of the Earth From the time of Newton to that of Laplace*, reprint 1873, (New York: Dover Publications, Inc., 1873), 83-93, 189-231.

<sup>237</sup>El tratamiento de Clairaut fue mucho más detallado, consistiendo en 304 páginas de formulaciones y exposición. Clairaut no puso sus ideas en la misma configuración matemática como lo había hecho Obrecht. Aunque ciertamente el primero había sido el fundador se estos principios, su expresión moderna parece haber sido desarrollada en 1793 por D’Alembert, quien irónicamente criticó muy injustamente a Clairaut.

La ecuación fundamental de D’Alembert era:

$$f(m) = (w^2/2\pi) - (M/2\pi h^2)$$

donde  $w$  = velocidad angular de rotación

$h$  = distancia desde el centro del elipsoide

$M$  = masa del cuerpo

Que también significaba, bajo ciertas condiciones, que

$$w^2/2\pi = 3M/2\pi h^3$$

que igualaba a

$$w^2 h^3 / 3M.$$

Se debería de notar que el adelanto general hecho por D’Alembert y Clairaut se atribuye en parte al alto estado de la ciencia francesa durante el siglo dieciocho—en comparación con el estado de la física teórica francesa hacia el final del siglo diecinueve (la época de Obrecht). Todhunter, I, 389, 392.

<sup>238</sup>Todhunter, I, 229, 201.

<sup>239</sup>Las diferencias no son causadas por la habilidad humana, sino principalmente por el ambiente institucional que le rodea.

<sup>240</sup>Aunque muchos estudios explican como esto particularmente cierto para el practicante de la historia natural, podemos observar que aplica igualmente al físico teórico. Lucille Brockway, *Science and Colonial Expansion: The Role of the British Royal Botanic Gardens* (New York: Academic Press, 1979); Susan Sheets-Pyenson, *Cathedrals of Science: The Development of Colonial Natural History Museums during the Late Nineteenth Century* (Montreal: McGill-Queens University Press, 1988); Daniel R. Headrick, *The Tentacles of Progress: Technology Transfer in the Age of Imperialism, 1850-1940* (New York: Oxford University Press, 1988).

<sup>241</sup>También podríamos usar la explicación de una cierta vanidad y obstinación de Obrecht, pero esto realmente no encajaría con los hechos de su personalidad. Obrecht tenía el respeto y la admiración de sus colegas chilenos, y no hubiese necesitado más ímpetu emocional.

<sup>242</sup>En contraste al elitismo especializado de la ciencia, la falta de jerarquía de información en las humanidades significa que hay más competencia en cualquier tema—y por lo tanto una gran probabilidad de refutación.

<sup>243</sup>Lachaud, “Rapidez,” 117.

<sup>244</sup>John W. Servos, *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling: The Making of a Science in America* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1990), 22-23. El término en inglés es “affinity constants”.

<sup>245</sup>Ibid., 120-122.

<sup>246</sup>El teorema de equipartición explica que las propiedades de un gas no se podían explicar solamente usando la moción translacional de sus moléculas. En otras palabras, que la caracterización de un gas como

un grupo de bolas de billar era una simplificación exagerada para el fenómeno. Uno tenía que asumir que las molecular tenían otros ‘grados de libertad’, o sea que ellas tenían movimientos rotacionales y vibracionales a su vez. Una molécula no era ‘dura’ como una bola de billar pero podía ‘absorber’ parte del momentum a la cual se le impartía:  $K/H = 3/2 \times (y - 1)$  o simplemente  $y = (n + 2)/n$ , donde n iguala al numero de grados de libertad, K a la energía translacional, H a la energía total de las moléculas de gas, y Y la proporción de los calores especificas. (La primera formula es la de Clausius.) Pero porque las discrepancias entre la teoría y la observación todavía existían, Boltzmann había propuesto un modelo molecular ‘elipsoidal’ con 5 grados de libertad. En otras palabras, las colisiones no podían afectar el eje rotacional, lo cual se consideraba a unidad (n igualaría a 1 en vez de 2). Los resultados teóricos de esta manera se habían convertido para que tuviesen un mejor afin con los datos experimentales:  $1^{2/3}$  en vez de los  $1^{1/3}$  previamente obtenidos.

<sup>247</sup>Ibid., 117-118.

<sup>248</sup>Joule había calculado la velocidad de las moléculas de hidrogeno a unos 60 grados de su calor especifico. Usando un modelo de tres moléculas chocando contra entre si, este calculó que viajaban a unos 6,225 pies por segundo, dados en parte por la formula  $\sqrt{(\text{presión por lado} / \text{presión total})}$ . Emilio Segrè, *From Falling Bodies to Radio Waves: Classical Physicists and Their Discoveries* (New York: W. H. Freeman and Co, 1984), 217-9. Edward I. Davis, “Waterston, Rankine, and Clausius on the Kinetic Theory of Gases,” *ISIS* 61 (1970), 105-6; David Cahan, “From Dust Figures to the Kinetic Theory of Gases: August Kundt and the Changing Nature of Experimental Physics in the 1860’s and 1870’s,” *Annals of Science* 47 (1990), 151-172.

<sup>249</sup>Stephen Toulmin and June Goodfield, *The Architecture of Matter* (New York: Harper and Rowe, 1962), chpts. 11, 12; Aaron J. Ihde, *The Development of Modern Chemistry* (New York: Harper and Rowe, 1964), chpts. 15, 20; William H. Brock, *The Norton History of Chemistry* (New York: W. W. Norton, 1992), chpt. 10; Charlton, D.G. *Positivist Thought in France during the Second Empire* (Oxford: Clarendon Press, 1959), chpt. 1; John Stuart Mill. *Auguste Comte and Positivism*. reprint, (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1961); Lucien Levy-Bruhl. *History of Modern Philosophy in France*. reprint, (Chicago: Open Court Publishing Co, 1924) 352-4; John Theodore Merz. *A History of European Thought in the Nineteenth Century*. 4 vols., (New York: Dover Publishing Co., 1965), 182-3.

<sup>250</sup>S. Chandrasekhar, *Truth and Beauty: Aesthetics and Motivations in Science* (Chicago: The University of Chicago Press, 1987). El bien

reconocido dicho de Einstein, que ‘Dios no jugaba a los dados’ aludia a este principio.

<sup>251</sup>Ibid.

<sup>252</sup>Solamente al aceptar estas discrepancias (anomalías) era que los científicos podían llegar a nuevo territorio y a una tierra firme intelectual.

<sup>253</sup>Louis de Broglie, *The Revolution in Physics: A Non-mathematical Survey of Quanta*, transl. Ralph W. Niemyer (New York: Noonday Press, 1953), 119-121, 301; Abraham Pais, ‘*Subtle is the Lord...: The Science and the Life of Albert Einstein* (Oxford: Clarendon Press, 1982), 389-401.

<sup>254</sup>El tubo catódico “Wehnelt” es casi idéntico al de Thomson. Ziegler nunca menciona el trabajo de Thomson Wilh. Ziegler, “Aplicaciones del tubo de rayos catódicos de Wehnelt,” *AUC* 143 (Jan-Feb 1919), 77-91; Luis Zegers, “Las ciencias físicas i la radio-actividad,” *AUC* 119 (July-Dec, 1906).

<sup>255</sup>A. Tafelmacher, “Sobre El Teorema de Fermat” *AUC* 82 (Nov-Apr 1892-1893), 415-437; Luis L. Zegers, “Los Progresos de la electricidad i el descubrimiento del Profesor Roentgen,” *AUC* 98 (July - Dec 1897), 881-904; Carlos Wargny, “Historia de las matemáticas” *AUC* 121 (July- Dec1907); unkown, “Las ciencias físicas i la radio-actividad,” *AUC* 119 (July-Dec, 1906), 35-61; Wilh. Ziegler, “Aplicaciones del tubo de rayos catódicos de Wehnelt,” *AUC* 143 (Jan-Feb 1919), 77-91; Don Ernieque Döll , “Discurso de incorporación a la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas de la Universidad de Chile” *AUC* 146, 78 (Jan-Feb 1920), 3-43.

<sup>256</sup>En sus reportes, Obrecht, Ristenpart, Curtis, y un numero de científicos alemanes se quejaron sobre el estado pobre de las matemáticas en Chile. Patricio Martens, “La Física en Chile”, en *Las actividades de investigación y desarrollo en Chile: una visión de la comunidad científica nacional*, ed. Igor Saavedra, and Haime Lavados Montes, (Santiago: Ediciones CPU, 1981), 27-33; Igor Saavedra, “Antecedentes acerca de la historia de la física en Chile” *Boletín de la Academia Chilena de la Historia* 49, 93 (1982), 219-232. Estos dos son los autores más confiables en su disciplina, y son en cierto sentidos recursos primarios. El mismo Saavedra participó en muchos de estos cambios.

<sup>257</sup>Agusto Knudsen, “Fundación de la energética racional por la deducción de la ecuaciones cinéticas de Newton de principios energéticos puros,” en Poenish, 190-199; Salina Arayas, passim; Charles A. Hale, *The Transformation of Liberalism in Nineteenth Century México* (Princeton: Princeton University Press, 1989) passim.

- <sup>258</sup>No es muy difícil imaginarse hoy en día quejas parecidas sobre la orientación comercial dentro de las universidades de América del Norte.
- <sup>259</sup>Philip C. Jessup. *Elihu Root* (New York: Dodd, Mead and Co., 1938), 288.
- <sup>260</sup>El parasitismo colonial Español fue severamente atacado por varios chilenos durante el siglo diecinueve, algunos con más precisión que otros. Jose V. Lastarria, "Investigaciones sobre la influencia social de la conquista i del sistema colonial de los Españoles en Chile," en *Obras Completas* Alejandro Fuenzalida Grandon, ed., vol. 7, (Santiago, Chile: Litografía i Encuadernación Barcelona, 1906); Francisco Bilbao. *La America en Peligro* reimpresión (Santiago de Chile: Ediciones Ercilla, 1941); Simon Lipp, *Three Chilean Thinkers: Francisco Bilbao, Valentin Letelier, and Enrique Molina* (Waterloo, Canada: McGill University, 1975); Francisco Jose Moreno, *Legitimacy and Stability in Latin America: A study of Chilean Political Culture* (New York: New York University Press, 1969).
- <sup>261</sup>Hondas de sonido medidas por un tubo catódico en Chile, 1919. Wilh. Ziegler, "Aplicaciones del tubo de rayos catódicos de Wehnelt," *AUC* 143 (Jan-Feb 1919), 77-91; Luis L. Zegers, "Los Progresos de la electricidad i el descubrimiento del Profesor Roentgen," *AUC* 98 (July - Dec 1897), 881-904.
- <sup>262</sup>El poder aumentaba del estado alemán como resultado de sus avances científicos y tecnológicos desde la mitad del siglo diecinueve se sintió incrementalmente por el mundo. Esta fuerza nacional también pudo afectar su actitud hacia Chile, un estado relativamente pequeño y periférico.
- <sup>263</sup>Esto sugiere la pregunta interesante de causalidad histórica. Se pueden encontrar muchas razones particulares para explicar la falta de participación para cada nación. Significara esto que los mismos factores afectaban a todos por igual, o que eran en cada caso diferentes? Es difícil de contestar dado el estado corriente de la investigación histórica.
- <sup>264</sup>Kraugh, op. cit. (19).
- <sup>265</sup>Si la biografía de Ramón y Cajal, un medico premiado con el Nóbel, provee alguna indicación del estado general de la ciencia española, se puede decir que solamente los más persistentes y los que practicaban las ciencias más simples quizás podrían contribuir al conocimiento mundial científico. De otra manera, se les hubiese hecho imposible ya que carecían de los recursos financieros e intelectuales para desarrollar ese trabajo. Dorothy F. Cannon, *Explorer of the Human Brain : The Life of Santiago Ramon y Cajal, 1852-1934* (New York: Henry

- Schuman, 1949)
- <sup>266</sup>J. W. Herivel, "Aspects of French Theoretical Physics in the Nineteenth Century," *British Journal for the History of Science* 3, 10 (1966), 109-132; G Guiliani and P. Marazzini, "The Italian Physics Community and the Crisis of Classical Physics: New Radiations, Quanta, and Relativity (1896-1925), *Annals of Science* 51, 4 (1994), 355-390; M. Valera, "La fisica en España durante el primer tercio del siglo XX," *Llull* 5 (1983), 149-173; Luis Alfredo Baratas Dias, Joaquin Fernandez Perez, "La enseñanza universitaria de las ciencias naturales durante la Restauración y su reforma en los primeros años del Siglo XX," *Llull* 15 (1992), 7-34; Carlos López Fernández, "Análisis temático de la producción en física recogida en los Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química durante el periodo (1940-1975)," *Llull* 9 (1986), 105-126; Carlos López Fernández and Manuel Valera Candel, "Estudio Bibliométrico-multivariante de los artículos de física publicados en los Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química durante el Periodo Franquista (1940-1975)," *Llull* 6 (1983), 37-56; R. W. Home, "The Beginnings of an Australian Physics Community," in *Scientific Colonialism: A Cross-Cultural Comparison*, Reingold, Nathan and Marc Rothberg, eds. (Washington DC: Smithsonian Institution Press, 1987), 3-34; Richard A Jarrell, "Differential National Development and Science in the Nineteenth Century: The Problems of Quebec and Ireland," en *Ibid.*, 323-350; J. Todd, "Science at the Periphery: An Interpretation of Australian Scientific and Technological Dependency and Development Prior to 1914: *Annals of Science* 50, 1 (1993), 33-58; R. W. Home, "The Problem of Intellectual Isolation in Scientific Life: W. H. Bragg and the Australian Scientific Community, 1886-1909," *Historical Records of Australian Science* 6 (1985), passim.
- <sup>267</sup>Para el caso de la India vea: Aparajito Basu, "Chemical Research in India, 1876-1918" *Annals of Science* 52 6 (1995), 591-600; Satpal Sangwan, "Indian Response to European Science and Technology, 1757-1857" *BJHS* 21 (1988), 211-232; David Wright, "John Fryer and the Shanghai Polytechnic: making a space for science in nineteenth-century China," *BJHS* 29 (1996), 1-16; S. Irfan Habib and Dhruv Raina, "The Introduction of Scientific Rationality into India: A Study of Master Ramachandra--Urdu Journalist, Mathematician and Educationalist," *Annals of Science* 46, 6 (1989), 597-610; Gyan Prakash, *Another Reason: Science and the Imagination of Modern India* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1999).
- <sup>268</sup>Manuel A. Délano and Roberto Oehlmann, "Probables causas que han originado la explosión de los polvorines de Batuco", en Belisario Diaz

Ossa, ed., *Ciencia Químicas*, vol 4, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (I.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910), 184-197.

<sup>269</sup>Brian Loveman, *Chile: The Legacy of Hispanic Capitalism* (New York: Oxford University Press, 1979).

<sup>270</sup>Ibid.

<sup>271</sup>Belisario Diaz Ossa, ed., *Ciencia Químicas*, vol 4, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (I.O Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910).

<sup>272</sup>Ronald Bruce St. John, *Boundaries, Trade, and Seaports: Power Politics in the Atacama Desert*, Program in Latin American Studies, Occasional Paper Series no 28 (Amherst: University of Massachusetts, 1992), 2-3. El termino, *uti possidetis de jure*, significa que las tierras que se transferirían después de la revolución serían aquellas que anteriormente se poseían durante el colonialismo Español.

<sup>273</sup>Para un análisis de los conflictos territoriales locales, en particular aquel con la Argentina, véase los siguientes recursos: Ernesto Greve, *Barros Arana y la cuestión de límites entre Chile y Argentina* (Santiago de Chile: Ediciones de los Anales de la Universidad de Chile, 1958); James L. Garrett, "The Beagle Channel: Confrontation and Negotiation in the Southern Cone" *Journal of Inter American Studies and World Affairs* 27,3 (Fall 1985), 81-110; Richard O. Perry, "Argentina and Chile: The Struggle for Patagonia, 1843-1881," *The Americas* 36, 3 (January 1980), 347-363; Jordi Marti-Henneberg, "How Discussions Concerning the Chile-Argentina Boundary have Stimulated the Study of Andean Glaciers," *Quiipu* 6, 3 (Sept-Dec 1989), 331-338; Osiris G. Villegas, *El conflicto con Chile en la Región Austral* (Buenos Aires, Impreso Gráfica, 1978); Fernando Raul Saegner Castaños, *Cuestiones de límites entre Chile y Argentina: Los acuerdos de 1991* (Santiago de Chile: Editorial Jurídica Cono Sur Ltd, 1997).

<sup>274</sup>Diana Kormos Barkan, *Walter Nernst and the Transition to Modern Physical Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999).

<sup>275</sup>Los ingresos disminuyentes del gobierno Español reflejaba la reducción general en producción, siendo de 40,000 pesos en 1568 a 22,000 pesos en 1583. El situado en 1600 dado por España a Chile en 1600 fue para ayudarla a ella pelear contra los indios araucanos en el sur. Loveman, 80.

<sup>276</sup>Durante el agotamiento gradual de los recursos de nitrato, Chile otra vez minaría al cobre.

<sup>277</sup>Carmen Cariola and Osvaldo Sunkel, "The Growth of the Nitrate Industry and Socioeconomic Change 1880-1930," en *The Latin American Economies: Growth and Export Sector, 1880-1930*, Roberto Cortes and Shane J Hunt, eds., (New York: Holmes and Meier, 1985), 137-255; Michael Monteón, *Chile in the Nitrate Era: The Evolution of Economic Dependence, 1880-1930* (Madison: University of Wisconsin Press, 1982); Markos J. Mamalakis, *The Growth and Structure of the Chilean Economy: From Independence to Allende* (New Haven: Yale University Press, 1976), chpt. 8.

<sup>278</sup>Durante 1850 a 1872, 10M toneladas de guano salieron de un grupo de islas, dando a \$20-\$30M (EE UU) por año. Guano se tendía a vender a \$80 la tonelada. La dependencia del Perú sobre el guano incremento de un 3% (1840) a 22.3% (1850), y 69% (1870); los ingresos actuales subieron desde 6,113 a 67,897 en 1872 (miles de pesos/soles). Desde esa fecha, bajo radicalmente a 22,500 en 1877. La era de guano ocurrió entre 1848 a 1877. Shane J. Hunt, "Growth and Guano in Nineteenth-Century Peru," en Cortes., 299; William Jefferson Davis, *Tacna and Arica: An Account of the Chile-Peru Boundary Dispute and the Arbitrations by the United States*, reprint 1931 (New York: Archon Books, 1967), 26, 34.

<sup>279</sup> Davis, passim; Harold Blakemore, *British Nitrates and Chilean Politics, 1886-1896: Balmaceda and North* (London: Athlone Press, 1974); Ronald Bruce St. John, *Boundaries, Trade, and Seaports: Power Politics in the Atacama Desert* Program in Latin American Studies, Occasional Paper Series no 28 (University of Massachusetts, Amherst) 1992; Loveman, passim.

<sup>280</sup>n.a. "Fertilizer" *Van Nostrand's Scientific Encyclopedia*, 6th ed. ed. Douglas M. Considine and Glenn D. Considine (New York: Van Nostrand, 1983), 1167-1171. "Potencial de entrada" y "potencial de salida" refieren a lost terminos "output" y "input".

<sup>281</sup>La idea comúnmente dicha para un regreso a la vida primitiva tribal es lúdrica. Sin la industria química moderna, habría literalmente un genocidio mundial.

<sup>282</sup>Vaclav Smil, *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production* (Cambridge, MA: MIT Press, 2001); Dietrich Stoltzenberg, *Fritz Haber: Chemist, Nobel Laureate, German, Jew*, transl. Jenny Kein (Philadelphia, PA: Chemical Heritage Foundation, 2001). L. F. Haber, *The Chemical Industry, 1900-1930: International Growth and Technological Change* (Oxford: Clarendon Press, 1971); Isaac Asimov, *A Short History of Chemistry* (New York: Doubleday, 1965), 194-5; Jeffrey

Allan Johnson, *The Kaiser's Chemists: Science and Modernization in Imperial Germany* (Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1990).

<sup>283</sup>Jimmy M. Skaggs, *The Great Guano Rush: Entrepreneurs and American Overseas Expansion* (New York: St. Martin's Griffin, 1994); Blakemore, passim. Los valores de los títulos de esas tierras eran inseguros al principio dado que no se sabía cual iba a ser el resultado de la guerra. Bajo tales condiciones, los precios había decaído, y comerciantes como John W. North compraron un gran número de títulos, cual valor grandemente incremento al terminar la guerra y el reconocimientos de Chile de estos títulos privados.

<sup>284</sup>Luis Guglielmelli, "Contribución al estudio de la imagen latente", en Díaz Ossa, 231-239; Carlos Malsch, "Conveniencia de adoptar métodos de ensayo y análisis uniformes en los casos litigiosos ó de controversia: Creación de un Comité Pan-Americano permanente, para el establecimiento oficial de estos métodos," en Díaz Ossa, 161-166.

<sup>285</sup>Belisario Díaz Ossa, "Electrolisis del Nitrato de Sodio" , en Díaz Ossa, 213-225.

<sup>286</sup>Ibid., 221, 222.

<sup>287</sup>Belisario Díaz Ossa, "Las mejoras realizadas en la industria salitrera", en Díaz Ossa, 179-183

<sup>288</sup>Ibid., 180.

<sup>289</sup>Parecía algo a la industria azucarera de Cuba al cambio de siglo.

<sup>290</sup>Ibid., 181.

<sup>291</sup>Pablo Moriozot and Juan Rochefort P, "Estudio sobre la solubilidad del nitrato de sodio del cloruro de sodio y del sulfato de sodio en una mezcla de las tres sales", en Díaz Ossa, 226-230.

<sup>292</sup>El contenido actual es igualado, la misma cantidad de salitre. Pero, mientras un contenedor tenía 400 gramos de la sal, el otro tenía 300 gramos, más 100 gramos de sulfato de sodio.

<sup>293</sup>Ibid., 227.

<sup>294</sup>ibid., 228.

<sup>295</sup>Barkan, passim; John W. Servos, *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling: The Making of a Science in America* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1990); M. B. Geiger, "Kenya Economic Feasibility of Caustic Soda Production for East Africa" en *Problems and Prospects of the Chemical Industries in the Less Developed Countries: Case Histories*, Nicky Beredjick, ed., (New York: American Chemical Society, 1970) 59-74.

<sup>296</sup>John Joseph Beer, *The Emergence of the German Dye Industry*

(Urbana: University of Illinois Press, 1959); Ulrich Marsch, "Strategies for Success: Research Organization in German Chemical Companies and IG Farben until 1936," *History and Technology* 12, (1994), 23-77; *British Journal for the History of Science*, special issue, "Organic Chemistry and High Technology, 1850-1950" 25, 84 (March 1992); Kathryn M. Olesko, ed., "Science in Germany: The Intersection of Institutional and Intellectual Issues," *Osiris*, 2nd ser, 5 (1898); Graham D. Taylor and Patricia E. Sudnik, *Du Pont and the International Chemical Industry* (Boston: G. K. Hall & Co., 1984).

<sup>297</sup>Lincoln Gordon, *A New Deal for Latin America* (Cambridge: Harvard University Press, 1963), passim.

<sup>298</sup> Morris Goran, *The Story of Fritz Haber* (Norman: University of Oklahoma Press, 1967); F. Aftalion, *A History of the International Chemical Industry* (Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1991), 86; Hugo Bauer, *A History of Chemistry*, transl. R. V. Stanford, (London: Edward Arnold, 1907), chpt. 3; William H. Brock, *The Norton History of Chemistry* (New York: W. W. Norton, 1992), chpt. 10; F. J. Moore, *A History of Chemistry* (New York: McGraw-Hill Book Co., Inc, 1918), chpt. 18-20; Aaron J. Ihde, *The Development of Modern Chemistry* (New York: Harper and Rowe, 1964), chpt. 15, 20.

<sup>299</sup>William S. Dutton, *Du Pont: One Hundred and Forty years* (New York: Charles Scribner's Sons, 1942), 338.

<sup>300</sup>El óxido de hierro se usa ahora para este proceso, que obviamente es mucho más barato y más fácilmente disponible que el uranio.

<sup>301</sup>Akira Kudo, "Japanese Technology Absorption of the Haber-Bosch Method: The Case of the Taki Fertilizer Works," en *The Transfer of International Technology: Europe, Japan and the USA in the Twentieth Century*, David J. Jeremy, ed., (Aldershot, England: Edwar Elgar Pub., 1992); Takashi Hikino, Tsutomu Harada, Yoshido Tokuhisa, and James Yoshida, "The Japanese Puzzle" en *Chemicals and Long-Term Economic Growth: Insights from the Chemical Industry*, Ashish Arora, Ralph Landau and Nathan Rosenberg, eds., (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998), 116, 128.

<sup>302</sup>Raymond Ewell, "World survey of fertilizer production, consumption, and international trade" en *Fertilizer Production, Technology and Use: Papers presented at the Un Interregional Seminar on the Production of Fertilizers, Aug 24-Sept 11 1965* United Nations, (New York: UN, 1968), 1-19; Goran 52; Stephen Black, "The sulphur, phosphorus, nitrogen, and chlor-alkali industries," en Alan Heaton, ed., *The Chemical Industry*, 2nd ed (London: Blackie Academic & Professional, 1994), 190.

- <sup>303</sup>B. Mostofi, "Problems and Prospects of the Chemical Industries in Iran," en *Problems and Prospects of the Chemical Industries in the Less Developed Countries: Case Histories*, Nicky Beredjick, ed., (New York: American Chemical Society, 1970), 34-46
- <sup>304</sup>United Nations, *Fertilizer supplies for developing countries: issues in the transfer and development of technology* (New York: UN, 1985), 15; Juan Carniglia Montesanto, "The fertilizer industry in Chile: actual conditions and future plans with regard to nitrogen, phosphate, and potash fertilizers" en *Fertilizer Production, Technology and Use: Papers presented at the Un Interregional Seminar on the Production of Fertilizers, Aug 24-Sept 11 1965* United Nations, (New York: UN, 1968), 74-80; United Nations, *Fertilizer Demand and Supply Projections to 1980 for South America, México, and Central America* (New York: UN, 1971), 24; Frank B. Notestein, "South America other than Caribbean," en *World Geography of Petroleum*, ed. Wallace E pratt and Dorothy Good (Princeton: Princeton University Press, 1950), 127; Naciones Unidas, *El Uso de Fertilizantes en America Latina* (New York: United Nations, 1966).
- <sup>305</sup>Carlos E. Monroe, "Un cómputo estadístico de los usos del nitrato de sodio en los Estados Unidos," en Diaz Ossa, 125-7
- <sup>306</sup>Ibid., 127.
- <sup>307</sup>William Kent, "La economía del combustible," en Diaz Ossa, 167-178.
- <sup>308</sup>Blakemore, passim; Loveman, passim; Monteón, passim.
- <sup>309</sup>Goran, chpt. 4.
- <sup>310</sup>Johan Schot, "Technology in Decline: a search for useful concepts; The case of the Dutch madder industry in the nineteenth century," *BJHS*, 25, 84 (March 1992), 5-26; Nathan Rosenberg, *Exploring the Black Box: Technology, economics, and history* (New York: Cambridge University Press, 1994).
- <sup>311</sup>F. P. Philippi, "Descripción de Alguans Rocas del Desierto de Atacama," *AUC* 113 (1903), 141-; Víctor M. Vargas, "Algunas observaciones sobre el Poryecto de Código de Minería presentado al Director de la Sociedad Nacional de Minería," *AUC* 113 (1903), 541-; Jullian Gustavo, "Esplotacion i beneficio del salitre i iodo" *AUC* (1888), 381-; Manuel A Prieto, "Esplotacion i beneficio del salitre i iodo," *AUC* (1888), 317-; Luis Parapsky, "Las zeolitas del a colección mineralogicas del Museo Nacional," *AUC* (1888), 155-; Roberto Pohlman, "Noticias petrograficas del Llagquihe," *AUC* 84 (1893), 1247- ; Roberto Pohlman, "Observaciones sobre la minerologia i jeologias de las islas Juan Fernández," *AUC* 87 (1894) , 633; C Martin, "La erupcion del vocan Calbuco," *AUC* 91 (1895), 161-;

- Federico Philippi, "La formación carbonifera en Chile," *AUC* 101 (1898), 367-.
- <sup>312</sup>A. Haller, "Poyecto de creacion de un Institute de Química en al Facultad de Ciencias en Paris (Traduccion)," *AUC*, 128 (1911), 265-; P. Rossi, "La realidad molecular i la complejidad del atomo," *AUC*, 135 (1914), 317-; J. Brügggen, "La formación de los carbonos de piedra," *AUC* v.139 (1916), 659-.
- <sup>313</sup>Es probable que esta competencia estimulo a Haber para hacer sus descubrimientos, un hombre que como Einstein carecía las credenciales académicas. Jeffrey A. Johnson, "Academic, Proletarian...Professional? Shaping Professionalziation for German Industrial Chemists, 1887-1920" en *German Professions, 1800-1950* Geoffrey Cocks and Konrad H. Jarausch, eds., (New York: Oxford University Press, 1990), 123- 142; Johann Peter Murmann and Ralph Landau, "On the Making of Competitive Advantage: The Development of the Chemical Industries of Britain and Germany Since 1850", en *Chemicals and Long-Term Economic Growth: Insights from the Chemical Industry*, Ashish Arora, Ralph Landau and Nathan Rosenberg, eds.,(New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998), 27-75; Micheline Horstmeyer, "The Industry Evolves within a Political, Social, and Public Policy Content: A brief look at Britain, Germany, Japan and the United States," en *Ibid.*, 233-264.
- <sup>314</sup>La Escuela Practica de Minería en Copiapó tenía 46 estudiantes, Serena 56, y Santiago 69. Más significativamente, el Laboratorio Químico de Iquique tenía 18 estudiantes. Por contraste, habían 410 students en el Conservatorio Nacional de Musica. Labarra, 216-7.
- <sup>315</sup>Actualmetne, no fue eleiminada pero que se redujo a un curso de estudio de tres años.
- <sup>316</sup>Amanda Labarca H., *Historia de la Enseñanza en Chile* (Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1939), 247, 278, 250, 205, 216-7; Poirier, *Chile en 1908*, 234.
- <sup>317</sup>Goran, 19; Karl Malsch, "La cooperación de los alemanes en al enseñanza de la química i su participación en el florecimiento de las industrias químicas en Chile"; en *Los Alemanes en Chile*, ed. Sociedad Científica Alemana de Santiago, vol 1 (Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1910), 287-302; Ignacio Domeyko, *Mis Viajes: Memorias de Un Exiliado*, vol. 1 (Santiago: Ediciones de la Universidad de Chile, 1978), 779-847; Manuel Martínez M.; Eduardo J. Delgado; Renato Sarioego B, *AREA TEMÁTICA: QUIMICA* (Santiago de Chile: CONYCIT, 2000), 1-3.
- <sup>318</sup>Daniel Kevles, "The Physics, Mathematics, and Chemistry Communities: A Comparative Analysis" en Alexandra Oleson and

John Voss, eds., *The Organization of knowledge in Modern America, 1890-1920* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1979), 144, 152; John Lankford, *American Astronomy, Community, Careers, and power, 1859-1940* (Chicago: University of Chicago Press, 1997), chpt. 11; Kathryn Steen, "Wartime Catalyst and Postwar Reaction : The Making of the U.S. Synthetic Organic Chemicals Industry, 1910-1930." Phd thesis, University of Delaware, August 1995.

<sup>319</sup>David A. Hounshell and John Kenly Smith Jr., *Science and Corporate Strategy: Du Pont R&D , 1902-1980* ( Cambridge: Cambridge University Press, 1988).

<sup>320</sup>Markos J. Mamalakis, *The Growth and Structure of the Chilean Economy: From Independence to Allende* (New Haven: Yale University Press, 1976), 145-6; Loveman, chpt. 4.

<sup>321</sup>Paul Gootenberg, *Imagining Development: Economic Ideas in Peru's "Fictitious Prosperity" of Guano, 1840-1880* (Berkeley: University of California Press, 1993); Shane J. Hunt, "Growth and Guano in Nineteenth-Century Peru" en Cortes, 255-319.

<sup>322</sup>Blakemore, 72; Cariola and Sunkel, 207.

<sup>323</sup>Labarra, 229, 210, 215, 233, 239.

<sup>324</sup>La comunidad inglesa era pequeña pero parece haberse integrado a la sociedad por medio del matrimonio. Esta creció de 1,000 emigrantes en 1824 a 4,000, de los cuales 1,900 vivían en Valparaíso. El censo de 1875 demostraba un total de 4,627. Algunos comentaban que Valparaíso era "nada me que una colonia inglesa." Cariola and Sunkel, 154, 200; Blakemore, 11, 12; Leslie Bethell, "Britain and Latin America in historical perspective", en *Britain and Latin America: a changing relationship* Victor Bulmer-Thomas, ed., (Cambridge: Cambridge University Press, 1989), 1-24.

<sup>325</sup>Valdivia parece también haber sido tan alemán como era inglés. Ambos alegaban que la ciudad era de ellos.

<sup>326</sup>Malsch, 290-302.

<sup>327</sup>Lo opuesto también se podría argumentar--que la entrada de Chile a estos mercados para 1925 prohibía su entrada hacia la más compleja industria de la amoníaco sintético. En un análisis de costos y beneficios, era más fácil minarlo que establecer un costoso complejo industrial. Pero este análisis sobrepasa el beneficio de largo plazo dado el más alto costo inicial de producción sintética. Uno puede validamente señalar que habían efectos secundarios envueltos as su vez ("multiplier effects" en inglés).

<sup>328</sup>El historiador chileno, Aníbal Pinto, observa que hubo una falta de voluntad de parte del elite para modernizar; las mayoría de la

inversiones iba a la consumición conspicua en vez de a la maquinaria pesada. Por ejemplo, en 1883, 22.7 millones de pesos fueron a cosas tales como vinos y ropas, mientras que locamente 12.5 millones de pesos fueron a la maquinaria y a telégrafos; en 1907 las cifras son 6 millones y 3.78 millones de pesos respectivamente. La tragedia consiste en que la sofisticación tecnológica entonces necesitada en la industria era algo bajo, y si lo hubiesen desarrollado los mismo chilenos, hubiese tenido efectos multiplicativos en su economía. Aníbal Pinto Santa Cruz, *Chile: un caso de desarrollo frustrado* (Santiago de Chile: Edición Universitaria, 1973), chpt 4; Aníbal Pinto Santa Cruz, *Tres Ensayos sobre Chile y América Latina* (Buenos Aires: Ediciones Solar, 1971), chpt. 2.

<sup>329</sup>Jalan toma al Paraguay como su división entre el estado grande e pequeño. Tenía 2,810,000 población, 11,200 kilómetros cuadrados de tierra arable, y un producto bruto de \$2,100 M; su índice de tamaño era .796. Chile, en contraste, tenía un índice de tamaño nacional de 4.38: 10,533,000 población, 58,280 kilómetros cuadrados de tierra arable, y un producto bruto de \$13,160. Pero Thomas clasifica a los estados pequeños como aquellos con una población menos de 5M y los grandes sobre 30M. Bimal Jalan, "Classification of Economies by Size," en *Problems and Policies in Small Economies*, B. Jalan, ed., (New York: St. Martin's Press, 1982), 39-49; Ian Thomas, "The Industrialization Experience of Small Economies" en Jalan., ed., 103-124.

<sup>330</sup>Noten que el 'tamaño' no necesariamente se refiere a su geografía sino a la suma de varios factores como la economía, su población, etcétera. Mientras que la geografía obviamente afectara estos otros factores, no es una condición limitante.

<sup>331</sup>El ejemplo de la industria azucarera de Cuba durante el siglo diecinueve es un contraejemplo sobre la validez de esta conclusión. David Vital, *The Inequality of States: A Study of the Small Power in International Relations* (Oxford: Clarendon Press, 1967); William G. Demas, *The Economics of Development in Small Countries with Special Reference to the Caribbean* (Montreal: McGill University Press, 1965); Paul Kennedy, *The Rise and Fall of the Great Powers: Economic Change and Military Conflict from 1500 to 2000* (New York: Vintage Books, 1989); Manuel Moreno Fraginals, *The Sugarmill: The Socioeconomic Complex of Sugar in Cuba, 1760-1860*, transl. Cedric Belfrage (New York: Monthly Review Press, 1976).

<sup>332</sup>Chris Freeman and Luc Soete, *The Economics of Industrial Innovation*, 3rd edition (Cambridge, MA: MIT Press, 1999), 90, 98, 229; Hounshell, 183-4.

- <sup>333</sup> Subrata Ghatak, *Technology Transfer to Developing Countries: The Case of the Fertilizer Industry* (Greenwich, Conn: JAI Press Inc., 1981), 107; United Nations, *Fertilizer Industry*. no 6, UNIDO Monographs on Industrial development--Industrialization of Developing Countries: Problems and Prospects (New York: UN, 1969); United Nations, *Fertilizer supplies for developing countries: issues in the transfer and development of technology* (New York: UN, 1985), chpt. 3.
- <sup>334</sup> Dado que las tecnologías tendían a ser menos sofisticadas y de escala más pequeña, los costos de la comodidad tienden a ser más altos que aquellos en el mercado internacional; carecen economías de escala. Solamente por medio de las tarifas proteccionistas podría tener el lujo de existencia en la región.
- <sup>335</sup> Hyung Sup Choi, "Prospects and Problems of the Petrochemical Industry in Korea" en *Problems and Prospects of the Chemical Industries in the Less Developed Countries: Case Histories*, Nicky Beredjick, ed., (New York: American Chemical Society, 1970), 3-14; J. M. Sundarsky, "The Integration of the Chemical Industry in Israel: Prospects and Problems", en *Ibid.*, 47-57; Rinaldo Schiffino, "Problems and Prospects of the Petrochemical Industries in Brazil" en *Ibid.*, 103.
- <sup>336</sup> Mariluz Cortes and Peter Bocoock, *North-South Technology Transfer: A Case Study of Petrochemicals in Latin America* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984); Freeman, chpts 10, 11.
- <sup>337</sup> Seymour Martin Lipsett, "Values, Education, and Entrepreneurship," en *Elites in Latin America*, Seymour Martin Lipsett and Aldo Solari, eds (London: Oxford University Press, 1967), 3-60; Safford, Introduction; Freeman
- <sup>338</sup> Robert S. Hopkins, *Darwin's South America* (New York: John Day Co., 1969), passim; Winthrop R. Wright, *British-Owned Railways in Argentina: Their Effect on Economic Nationalism, 1854-1948* (Austin: University of Texas Press, 1974), passim.
- <sup>339</sup> Peter H. Smith, *Politics and Beef in Argentina: Patterns of Conflict and Change* (New York: Columbia University Press, 1969), 16, 33-8; Robertos Cortés Condes, "The Export Economy of Argentina, 1880-1920," en Cortes, 325, 327, 330, 334, 339, 34405, 365, 373.
- <sup>340</sup> La ropa te tiñe fácilmente con los tintes por esta razón. Para obtener los tintes sintéticos, los siguientes químicos se mezclaban: el malva de Perkin (violeta)--anilina con potasio dicromato; fusina (rojo)--anilina pura con cloruro estánnico; azul--anilina con anilina roja. Anthony S. Travis, "Science's powerful companion: A. W. Hoffman's investigations of aniline red and its derivatives", *BJHS* 25 (1992), 27-

- 44.
- <sup>341</sup> Gessner G. Hawley, *Small Wonder: The Story of Colloids* (New York: Alfred A. Knopf, 1947), 113; Aaron J. Ihde, *The Development of Modern Chemistry* (New York: Harper and Rowe, 1964), 358; Aftalion, 38.
- <sup>342</sup> Dr. Enrique Herrero Ducloux y Prof. L. Herrero Ducloux, "Datos calorimétricos de Mantecas Argentinas," en Díaz Ossa, 154-160; Dr. Martiniano Leguizamón, "Seda artificial á base de caseína," en Díaz Ossa, 249-251; Dr. Martiniano Leguizamón, "Constantes físicas y químicas del aceite de madera de la China," en Díaz Ossa, 254-255; Doctor Jorge Magnin, "Sobre alteración de las harinas desinfectadas por el método Clayton," en Díaz Ossa, 256-257.
- <sup>343</sup> Outes, *Universidad Nacional*, 30.
- <sup>344</sup> Roberto A. Ferrari, "Un caso de difusión de nuestra ciencia: Presencia de científicos alemanes en el Instituto Nacional del Profesorado Secundario (1906-1915) y de sus discípulos en la Facultad de Química Industrial de Santa Fe (1920-1955)," *Saber y Tiempo* 4, 1 (1997), 423-448.
- <sup>345</sup> Horacio Damianovich y Luis Guglielmelli, "Contribución al estudio de los albuminoides," en Díaz Ossa, 279.
- <sup>346</sup> *Ibid.*
- <sup>347</sup> El sodio de nitrato,  $\text{NaNO}_2$ , no es representada en al ecuación pero en vez su producto secundario, el ácido nitroso,  $\text{NHO}_2$ , cual se obtiene al mezclar a solución el nitrito con otro ácido. El ácido nitroso es relativamente estable a temperatura ambiente, pero se descompone a ácido nítrico,  $\text{NHO}_3$ . Es curioso notar que algunas de estas reacciones eran parecidas a aquellas usadas para obtener explosivos como el TNT lo cual se hace de una mezcla de ácido nítrico con benceno y ácido sulfúrico.
- <sup>348</sup> La presentación actual es mucho más complicada que de lo que se describe aquí. Como va más aya de los propósitos inmediatos, un detallado análisis no se hará.
- <sup>349</sup> Esto quizás es parecido a aquellos que argumentan que los estudios de la computadoras dan luz a los procesos mentales--una analogía quizás más apropiada.
- <sup>350</sup> Horacio Damianovich, "Aplicaciones experimentales á la biología de la propiedades de las soluciones coloidales," en Díaz Ossa, 283-291; Horacio Damianovich, "Influencia de las soluciones coloidales de materias colorantes sobre la germinación," en Díaz Ossa, 292-296; Horacio Damianovich, "Acción de las soluciones coloidales de ciertas materias colorantes sobre los micro-organismos," en Díaz Ossa, 296-

- 298.
- <sup>351</sup>Trevor J. Pinch and Wiebe E. Bijker, “The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other,” en Wiebe E. Bijker, Thomas P. Huges, and Trevor J. Pinch, eds., *The Social Construction of Technological Systems* (Cambridge, MA: MIT Press, 1987), 17-50; Trevor Pinch, “The social construction of technology: a review,” en Robert Fox, ed., *Technological Change: Methods and Themes in the History of Technology* (Amsterdam: Harwood, 1006), 17-35; Robert Kline and Trevor Pinch, Users as agents of technological change: The social construction of the automobile in rural United States,” *Technology and Culture* 37 (1996), 763-95
- <sup>352</sup>J. Stanley Clark, *The Oil Century: From Drake Well to the Conservation Era* (Norman: University of Oklahoma Press, 1958), 125-129; Naciones Unidas, *La Industria del Petróleo en América Latina: Notas sobre su Evolución Reciente y Perspectivas* (Nueva York: Naciones Unidas, 1973). 73; George Philip, *Oil and Politics in Latin America: Nationalist Movements and State Companies* (Cambridge: Cambridge University Press, 1982), 46-47.
- <sup>353</sup>Ernesto Longobardi, “Manifestaciones del petróleo en la República Argentina,” en Díaz Ossa, 198-204.
- <sup>354</sup>“Some observers have expressed doubts as to whether this [Rivadavia] find really was accidental and there was certainly an air of mystery surrounding its immediate circumstances. Whatever the truth of the matter...” Obviamente el autor no está muy seguro sobre los métodos usados para detectar estos recursos antes de nuestra avanzada era electrónica. Philips, 162.
- <sup>355</sup>Herrero Ducloux, “Hidrología Agrícola é Industrial de la República Argentina,” en Díaz Ossa, 5-38; Dr. Enrique Herrero Ducloux and Prof. L. Herrero Ducloux, “Las aguas minerales de los valles de Hualfín y otros de la provincia de Catamarca,” en Díaz Ossa, 57-106; Doctor Jorge Magnín, “Sobre un método de dosaje de sulfatos y de toda otra substancia precipitable, por emdío de las densidades; aplicable especialmetne á las que son de difícil filtración,” en Díaz Ossa, 246-248.
- <sup>356</sup>Longobardi escribió que, “En muchos puntos se puede ver como el petróleo gotea de las rocas bituminosas y se infiltra en otras capas que alternan con las calizas...” El también cito a F Correa, “el petróleo aparece en forma de exudaciones en distintos puntos de la quebrada...” Longobardi, 200.
- <sup>357</sup>Las reservas probadas de Salta eran 2.8 M metros cúbicos en 1967. U.N., *Industria Petrolera en América Latina*, 73.

- <sup>358</sup>Clarke, 129; Augusto Bunge, *La Guerra del Pétroleo en la Argentina* (Buenos Aires: Imprenta La Rafica, 1937), 61-6; 98; Longobardi, 199;
- <sup>359</sup>Clark, ix.
- <sup>360</sup>Jonathan C. Brown, *Oil and Revolution in México* (Berkeley: University of California Press, 1993), passim.
- <sup>361</sup>Verse la discusión en la introducción.
- <sup>362</sup>Independientemente de como juzguemos tales políticas, era claro que ellas habían tenido un impacto favorable en que la difusión de sus ciudadanos era casi el igual de la difusión de la ciencia moderna. Como los CCPAs, esto ayudó establecer las fundaciones científicas de la nación, aunque no parece haber revolucionado la mentalidad científica de Chile. En este sentido, ambas influencias extranjeras, la de los EE UU y Alemania, fueron complementarias en Chile-- particularmente así cuando se considera que los EE UU había prestado sus propios modelos de su contraparte europeo (Alemania).
- <sup>363</sup>Se podría argumentar que los más grandes beneficio de tales intercambio se otorgaron no a las naciones con una paridad científica cercana a los EE UU pero sino las naciones más científicamente atrasadas. Irónicamente, era precisamente los lazos fuertes que Chile tenía con la Alemania que tendía a subestimar el valor de los intercambios porque tales ideas no eran tan ‘nuevas’ como serían de otra manera (por ejemplo, si fuesen la primera contacto con estas ideas). Como hemos visto previamente, muchas de estas ideas se habían esparcido por medio de revistas locales escritas por inmigrantes alemanes como Luis Zegers o “Federico” Ristenpart. Hasta se podría argumentar que como los EE UU sacaba sus recursos científicos de la Alemania, tales intercambios en los CCPAs eran meramente ‘usados’ cuando Chile ya había estado recibiendo sus ideas directamente de su punto de origen. Este argumento es una simplificación porque en algunas disciplinas científicas, como la astronomía, los EU habían sido productores originales, y en este sentido las presentaciones de Curtis y Michelson no deberían de ser subestimadas. Cualquiera que sea el caso, los que se iba a beneficiar más de los CCPAs paradójicamente no eran los que estaban a punto de su “levantamiento” científico, sino aquellos que no tenían ninguna oportunidad de hacerlo. La razón era porque obtenían una idea por lo menos de que tipo de obstáculos y sofisticación enfrentaban.
- <sup>364</sup>La participación de Argentina en el ICCPA demuestra que su química parece ya haberse “levantado” antes del congreso. Sus presentaciones en la química coloidal tenían ese rasgo vivo de una disciplina joven e energética. El fuerte estímulo por el estado, había creado una

empresa científica dinámica. José Babini, *Historia de la ciencia en la Argentina* (Buenos Aires: Ediciones Solar, 1986), chpt 3; Horacio H. Camacho, *Las ciencias naturales en la Universidad de Buenos Aires: Estudio histórico* (Buenos Aires: Eudeba Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1971), 77-85; Lewis Pyenson, *Cultural Imperialism and Exact Sciences: German Expansion Overseas, 1900-1930* (New York: Peter Lang, 1986), chpt 3. Babini actualmente caracteriza la primera década del siglo veinte como una de 'década', a pesar del su florecimiento durante el último tercio del siglo anterior. Pero es claro que estos avances habían tenido efectos beneficiosos al contenido de la química argentina, como se podía ver con científicos como Diamanovich.

<sup>365</sup>La escasez de información no provee suficiente información para apropiadamente clasificarlo.

<sup>366</sup>Pero la física en Australia había sido estimulada por su economía, como Todd claramente demuestra. Jan Todd, "Science at the Periphery: An Interpretation of Australian Scientific and Technological Dependency and Development Prior to 1914," *Annals of Science* 50, 1 (1993), 33-58; Jan Todd, *Colonial Technology: Science and the Transfer of Innovation to Australia*. (Cambridge: Cambridge University Press, 1995).

<sup>367</sup>El estímulo económico de la ciencia en general podría se puede también observar claramente en el caso de Argentina. Mientras que se podría argumentar que lo teórico no fue enfatizado en sus investigaciones, la mayoría de las investigaciones químicas en la Alemania también no habían sido de naturaleza teórica.

<sup>368</sup>Inkster, *passim*.

<sup>369</sup>Lewis Pyenson, "The Incomplete Transmission of a European Image: Physics at Greater Buenos Aires and Montreal, 1890-1920," *Proceedings of the American Philosophical Society* 2, 122 (April 1978), 92-114. Este artículo es un artículo muy valioso, y las similitudes entre los dos países son muchos. Enfocando principalmente en sus instituciones educacionales, Pyenson demuestra como un programa de física fue establecido en 1909, climatizo en 1913, pero después rápidamente decayó. Las causas por su historia eran: la falta de apreciación por la investigación básica, un sobre énfasis en lo práctico, faltas de recursos económicos, la física definida como ingeniería, etcétera. Los alemanes quienes viajaron a Argentina vieron sus posiciones como temporáneas, y formaron numerosas organizaciones alemanas de naturaleza científica. A pesar del surge inicial de actividad, la disciplina en verdad no empezaría hasta la Segunda Guerra Mundial cuando se formó la Sociedad de

la Física Argentina. Como había ocurrido en Chile, los químicos hicieron mucho mejor que los físicos. Aunque Pyenson sugiere ideas sugestivas, el no explora estas en sus libros. "One theme concerns whether, and if so to what extent, economic factors may accelerate or retard the institutionalization of physics." (p114) En su *Cultural Imperialism and Exact Sciences*, este implica que la disciplina era una empresa 'no-económicas', sugiriendo un número de dificultades con sus métodos sobre la física. (p.xiii) Aunque el estímulo quizás estuvo ahí, no es tan obvio y fácil de demostrar o argumentar como es la química.

<sup>370</sup>Paolo Palladino and Michael Worboys, "Critiques and Contentions: Science and Imperialism," *Isis* 84 (1993), 91-102. El modelo de tres ejes de Pyenson no es un 'modelo' pero simplemente factores que considerar en un análisis. Como Basalla, este no provee el mecanismo de tal intercambio. Lewis Pyenson, "Pure Learning and Political Economy: Science and European Expansion in the Age of Imperialism," en *New Trends in the History of Science: Proceeding of a conference held at the University of Utrecht*, R. P. W. Visser et. al., 274-278 (Amsterdam: Rodopi, 1989).

<sup>371</sup>George Basalla, "The Spread of Western Science," *Science* 156 (1967), 611-622; Jorge Bartolucci, "Formación tardía de las comunidades científicas. El caso de los astrónomos mexicanos," *Quipu* (Sept-Dec 1991), 361-77; Roy MacLeod, "On Visiting the 'Moving Metropolis': Reflections on the Architecture of Imperial Science," en *Scientific Colonialism: A Cross-Cultural Comparison*, ed. Nathan Reingold and Marc Rothberg (Washington DC: Smithsonian Institution, 1987), 217-247; David Wade Chambers, "Period and Process in Colonial and National Science," en Reingold, 297-321; Ian Inkster, "Scientific Enterprise and the Colonial 'Model': Observations on Australian Experience in Historical Context," *Social Studies of Science* 15 (1985), 677-704; Rainald von Gizycki, "Centre and Periphery in the International Scientific Community: Germany, France and Great Britain in the 19th Century," *Minerva* 21 (1973), 474-494.

<sup>372</sup>R.G.A. Dolby, "The Transmission of Science," *History of Science* 15 (1977), 1-43.

<sup>373</sup>Lynn White, *Medieval Technology and Social Change* (Oxford: Oxford University Press, 1962).

<sup>374</sup>Para entender los bajos niveles de profesionalización al principio del siglo, verse Roberto A. Ferrari, "Un caso de difusión de nuestra ciencia: Presencia de científicos alemanes en el Instituto Nacional del Profesorado Secundario (1906-1915) y de sus discípulos en la Facultad de Química Industrial de Santa Fe (1920-1955)," *Saber y Tiempo* 4, 1

(1997), 424; José Jerónimo De Alencar Alves, “Novos paradigmas da ciência e os engenheiros cientistas no Brasil de início do século XX,” *Quipu* 12,3 (Sept-Oct 1999), 333-342; Irina Podgorny, “Desde la tierra donde los monstruos aún no tienen nombre. El ordenamiento de la naturaleza a través de los museos y de la ciencia en la Confederación Argentina,” *Quipu* 12,2 (May-Aug 1999), 167-186; Heloisa Maria Bertol Domingues, “As Demandas Científicas e a Participação do Brasil nas Exposições Internacionais do Séculos XIX,” *Quipu* 12,2 (May-Aug 1999), 217-230; Jacqueline Fortes and Larissa Adler Lomnitz, *Becoming a Scientist in México: The Challenge of Creating a Scientific Community in an Underdeveloped Country* (University Park, Penn: Pennsylvania State University Press, 1994), chpt 1.

<sup>375</sup>Beer, 37; A. R. Hall, “Medicine and the Royal Society,” en *Medicine in Seventeenth Century England: A symposium held at UCLA in honor of C. D. O’Malley*, ed. Allen G Debus, 153-174 (Berkeley: University of California Press, 1974). La alegación es un tipo de anacronismo en que uno no puede entrar a la disciplina si todavía no existe, como era el caso durante la Revolución Científica. Pero hay un paralelismo con el caso de América Latina en que los médicos eran prominentes en su desarrollo. Este papel importante de los doctores en la innovación y difusión de la ciencia no parece haber estudiado detalladamente. Como ciudadanos con un relativamente alto estatus social e ingresos viviendo en sociedades donde la ciencia todavía no recibía apoyo estatal, sus funciones parecen haber sido crítica en su introducción. Otra vez, lo mismo es el caso con América Latina, pero por razones un poco diferentes.

<sup>376</sup>Dr. Emilio R Conio, “Primer Congreso Científico Latino Americano,” en *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 83 (1917), 254.

<sup>377</sup>Segunda Reunión del Congreso Científico Latino Americano (Montevideo), *Parte I-Organización y Resultados Generales del Congreso* (Montevideo: Tip y Enc. Libro Inglés, 1901), 13-14, 55-70.

<sup>378</sup>El mucho más grande comité de 181 miembros tenía un total de 53 doctores, 44 abogados, y 36 ingenieros. Las asociaciones científicas de Venezuela en el 3CCLA incluyeron a: La Universidad Central, La Academia Venezolana, Académica Nacional de la Historia, Universidad de los Andes, Universidad de Zulia, Colegio de Médicos, Colegio de Abogados, Colegio de Ingenieros, Escuela Nacional de Ingeniería. Dr. Antonio de Paula Freitas, ed., *Relatório Geral, Terceira Reunião do Congresso Científico Latino-Americano* (Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1906), 56-72; 3LASC, *1o Boletim: Trabalhos Preparatórios ate 31 de dezembro de 1903, Terceira Reunião do Congresso Científico Latino-Americano*(Rio de Janeiro:

Imprensa Nacional, 1904), 37.

<sup>379</sup>Eduardo Poirier, *Reseña General del 4.0 Congreso Científico (1.0 Pan-Americano)* (Santiago de Chile: Imp. Lit. y Enc. Barcelona, 1915), 2-3.

<sup>380</sup>La revista fue analizada en los siguientes años: 1900-1905, 1912, 1915, 1919, 1921, 1922, 1930.

<sup>381</sup>Uno podría haber estado correcto al decir que hubo la misma oportunidad de encontrar un científico entre los chilenos como localizar un humanista entre los alemanes; generalmente no ocurría en ninguno de los casos.

<sup>382</sup>Estos números son parecidos a los de los EE UU hoy, y sugiere una cierta “latino americanización”. Hubo una disminución gradual del número de doctorados en las ciencias otorgados a norte americanos anglo-sajones, seguido a la misma vez por un incremento en aquellos otorgados a estudiantes del extranjero quienes recibieron 44% y 24% en la ingeniería y ciencia respectivamente (1988). Aunque los diplomas científicos hacían un 30% del total al nivel universitario en 1990, estas cifras son ilusorias porque incluyen a la ingeniería--que era uno de los diplomas más favorecidos a un 28%, seguidos por el legal en 19%. Aquellos con diplomas científicos solamente hacían un 6% en 1990. National Science Board, *Science and Engineering Indicators*, Tenth Edition (Washington DC, NSB, 1991), chpt 2; Task Force on Women, Minorities, and the Handicapped in Science and Technology, *Changing America: The New Face of Science and Engineering* (Washington DC: Task Force on Women, Minorities, and the Handicapped in Science and Technology, 1988), 32.

<sup>383</sup>El análisis cubre los siguientes años: 1890-2, 1900-1904, 1919-1921.

<sup>384</sup>Los porcentajes para la ciencia no incluyen a la medicina y la tecnología. Esta Imprenta se debe a las propensiones culturales que tan radicalmente difieren con la de los EE UU en donde la ciencia y la tecnología históricamente han referido a algún tipo de investigación científica. Las clasificaciones en los *Anales* no fueron divididas tan ampliamente, y en vez fueron divididas entre las “ciencias naturales”, “biología”, “química”, and “matemáticas”. “Farmacéutica” no fue localizada bajo una categoría científica, y en vez fue puesta bajo la “medicina.”

<sup>385</sup>Leo S Rowe, “The Pan-American Scientific Congress,” *The American Review of Reviews* 39 (May 1909), 597, 600.

<sup>386</sup>1PASC, *Segundo Boletín*, 19; 3LASC, *Relatório Geral*, 181-2.

<sup>387</sup>Poirer, *Reseña General*, 29, 37, 40; Poirer, Chile en 1908, 13. Lisoni había sido un abogado.

<sup>388</sup>2LASC, *Organización y resultados*, 83-100.

<sup>389</sup>Antonio Ceriotti, “Enrique Herrero Ducloux,” *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas: Química y Farmacia* 8, 1(1933), 19.

<sup>390</sup>2LASC, *Organización y resultados*, 66-67. Italics by Cobos.

<sup>391</sup>Pero uno tiene que distinguir entre la práctica de la ciencia y la motivación interna-psicológica del científico. Obviamente que Kepler o Newton fueron motivados por un estímulo emocional cuasi-religioso no necesariamente significa que ellos necesariamente la practicaron ineptamente. Es probable que, sin la presencia de fuertes estímulos económicos, la ciencia tendría que haber sido estimulada por la búsqueda religiosa de la verdad en la naturaleza. Parece haber sido algo típico de la época en que se podía observar en los EE UU y la Alemania también. La revista “The Monist” había sido una revista científica prominente. 2LASC, *Organización y resultados*, 65-70

<sup>392</sup>Smith escribió que la industria nitrera, “había sido el tema predominante de las deliberaciones en la sección.” Woodworth noto que algunas disciplinas ni habían sido estudiadas, tal como la geomorfología o la petrografía. Este también comentó que las naciones latinoamericanas no habían establecido organizaciones oficiales para el estudio de los recursos minerales. *Report of the Delegates of the United States to the Pan American Scientific Congress, held at Santiago, Chile December 25, 1908 to January 5, 1909*. (Washington DC: U.S GPO, 1909) 26, 33-37.

<sup>393</sup>H. D. Curtis, “Astronomical Problems of the Southern Hemisphere,” en *Matemáticas Puras y Aplicadas*, ed. Ricardo Poenish, vol 6, *Trabajos del cuarto Congreso Científico (1.º Pan-Americano celebrado en Santiago de Chile del 25 de diciembre de 1908)* (Santiago de Chile: Imp. Enc. y Lit. Barcelona, 1910), 154-164.

<sup>394</sup>3LASC, *Relatorio Geral*, 188-203.

<sup>395</sup>Sharon Traweek, “Kokusaika, Gaiatsu, and Bachigai: Japanese Physicist’s Strategies for Moving into the International Political Economy of Science,” en *Naked Science: Anthropological Inquiry into Boundaries, Power, and Knowledge*, ed. Laura Nader, (New York: Routledge, 1992), 174-201; Dolby, 16, 21, 23; Maurice Crosland, “History of Science in a National Context” *BJHS* 10, 35 (1977), 95-113

<sup>396</sup>Poirer, *Reseña General*, 55-58.

<sup>397</sup>Otra vez, la pregunta surge sobre nuestras definiciones. Si uno ve a la fisicoquímica principalmente dentro de la física, entonces uno tendría que hacer el argumento que la física exitosamente se difundió dentro de la región; pero si restringimos nuestra definición dentro de la química, entonces uno tendría que argumentar que no lo hizo. Pero tal argumentación parece algo trivial.

<sup>398</sup>2LASC, *Organización y resultados*, 204; Domingo Garibaldi, “Relaciones entre la densidad de algunos cuerpos líquido o sólidos y su peso molecular y atómico con relación al hidrogeno tomado como unidad.” en *ibid.*, 92.

<sup>399</sup>Pero existen problemas con esta interpretación dado que el consenso académico sobre las opiniones de Michelson todavía no se ha establecido. Algunos argumentan que este nunca creyó que la física estaba completa. Op. cit. (91).

<sup>400</sup>*Chile ante el Congreso Internacional*, 62; 2LASC, *Organización y resultados*, 58-61; Aguinaga, 4; Outes, *La Universidad Nacional*, 30.

<sup>401</sup>Quizás es lo opuesto--una reacción defensiva a esta diferencia.

<sup>402</sup>Outes había criticado gravemente la entrada de los EE UU temiendo que inhibirían la participación local dado al estado inferior. El también atacó a muchos académicos europeos quien habían erróneamente creído que estos habían sido los primeros en exponer tales ideas sin primero haber consultado estudios locales. En otras palabras, Outes argumentó que los científicos metropolitanos eran injustamente etnocentristas, y que no le daban el reconocimiento propio a la ciencia local. El no había sido el único. Hasta el Dr. Francisco Soca dijo que los centros de la ciencia habían ignorado a los pocos científicos creados, “isso permanencia ignorado nos centros de onde saham.” Augusto Vicuna, secretario del comité organizador del ICCPA, creía que los latinoamericanos habían tenido, “falsas ideas que nos han mantenidos por casi un siglo sujetos a la esclavitud científica dominada por Europa y influenciándonos con sus leyes, costumbres, historia, y literatura.” El problema con este punto de vista es que, para adelantarse, uno tenía que estar conectados de alguna manera con estos centros. La mera lectura era insuficiente, y la calidad del contacto personal hizo mucho para difundir el espíritu y métodos en cual la investigación científica se conduce. Outes, *La Universidad Nacional*, 41-6; 3LASC, *Relatorio Geral*, 196; Augusto Vicuna, “American and European Mentality,” *Bulletin of the International Bureau of the American Republics* (October 1908), 706; Dolby, 26-7.

<sup>403</sup>Cuando comparamos este rasgo general de los CCPAs al desarrollo de la ciencia en Europa, encontramos un desarrollo diferente donde las definían más limitadamente.

<sup>404</sup>Adas, *Machines as the Measure of Men*, passim.

<sup>405</sup>William H. McNeill, *The Rise of the West: A History of the Human Community* (Chicago: University of Chicago Press, 1991), 734.

<sup>406</sup>Una consecuencia de estas dinámicas históricas es que los factores más importantes sirviendo como fundación de ‘causas necesarias’ tienden

a ser olvidadas por académicos norteamericanos como Lawrence Harrison al hace ataques culturalistas. Un énfasis inapropiado es puesto sobre la cultura latinoamericana con respecto a tales ‘fracasos’-obviamente una crítica etnocentrista. Si América Latina debería de tener los mismos objetivos y tipo de sociedad que los tiene América del Norte es una pregunta completamente ignorada por ellos. Que se perderá en el proceso? Mientras que ciertamente hay muchos beneficios materiales, las pérdidas culturales son completamente ignoradas. Estos ciegamente presumen la virtud de la sociedad norteamericana pero faltan de mencionar sus muchos problemas o los costos sociales del progreso.

<sup>407</sup> It should not be classified apart from the philosophical. Despite the ease it would render the armchair historian’s task to do otherwise, too much should not be attributed to philosophers and philosophies as Bertrand Russell once wrote in his *History of Western Philosophy*.

<sup>408</sup> Pero presumir su contrario sería también irónicamente ser etnocentrista--una perspectiva incorrecta ‘entendiendo’ a otra perspectiva incorrecta.

<sup>409</sup> Lo opuesto parece haber sido el caso en los EE UU hoy en día. Parece haber un cambio de énfasis con respecto a la ciencia básica y sus aplicaciones, mientras que previamente el enfoque principal había sido sobre las fundaciones científica de esta tecnología, en acuerdo con el esquema de Vannevar Bush. Este cambio de énfasis es quizás sugestivo del problema, que la futura ‘industria de la ciencia’ norteamericana enfrentará.

<sup>410</sup> Stephen Lockhart Fogg, “Positivism in Chile and its Impact on Education, Development, and Economic Thought, 1870-1891.” Ph.d. thesis., New York University, 1978., 41-4; Alejandro Fuenzalida Grandon, *Lastarria i su tiempo, 1817-1888: su vida, obras, e influencia en el desarrollo político e intelectual de Chile*. vol. 2, (Santiago de Chile: Imprenta, Litografía i Encuadernación Barcelona, 1911), 42-3; Julio G. Heise, *Historia de Chile, El Periodo Parlamentario, 1861-1925*. vol 1., (Santiago de Chile: Editorial Andres Bello, 1974), 146.

<sup>411</sup> Alan J. Rocke, *The Quiet Revolution: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry* (Berkeley: University of California Press, 1993).

<sup>412</sup> Nancy Stepan, *Beginnings of Brazilian Science: Oswaldo Cruz, Medical Research and Policy, 1890-1920* (NY: Science History Publications, 1981), Introduction.

<sup>413</sup> John W Servos, “Mathematics and the Physical Sciences in America, 1880-1930” *Isis*, 1986, 77: 611-629; National Science Board, *Science and Engineering Indicators*, Tenth Edition (Washington DC, NSB,

1991); Earl Smith and Joyce Tang, “Trends in Science and Engineering Doctorate Production, 1973-1990,” *Who Will Do Science: Educating the Next Generation*, Willie Perasons, Jr. and Alan Fechter, ed. (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994), chpt. 6; Betty M. Vetter, “The Next Generation of Scientists and Engineers: Who’s in the Pipeline,” en *Who Will Do Science: Educating the Next Generation*, Willie Pearsons, Jr. and Alan Fechter, ed. (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994), chpt. 1.

<sup>414</sup> Jeffrey A. Johnson, “Academic, Proletarian...Professional? Shaping Professionalization for German Industrial Chemists, 1887-1920” en Geoffrey Cocks and Konrad H. Jarausch, eds., *German Professions, 1800-1950* (New York: Oxford University Press, 1990), passim; Fritz Ringer, “The German Academic Community”, en Alexandra Oleson and John Voss, eds., *The Organization of knowledge in Modern America, 18960-1920* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1979), passim; Lynn Nyhart, “Teaching Community via Biology in Wilhelmine Germany”, Draft. en “Science and Civil Society” Conference, Madison, Wisconsin, April 13-16, 2000, passim; Fritz Stern, *Einstein’s German World* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1999), passim.

<sup>415</sup> John Stuart Mill, *Auguste Comte and Positivism*. reprint (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1961); Andrew Abbott, *The System of the Professions: An Essay on the Division of Expert Labor* (Chicago: The University of Chicago Press, 1988). Irónicamente, Mill había sido atacado por teóricos de la dependencia por haber argumentado por una división nacional de labor. Pero sus escritos sobre el positivismo no parecen haber sido muy considerado en este respecto. La influencia negativa de esta filosofía sobre la economía fue su más alta crítica de tal filosofía.

<sup>416</sup> Edwin T. Layton, “Mirror-Image Twins: The Communities of Science and Technology,” *Technology and Culture* 12 (Oct. 1971), 562-580.

<sup>417</sup> Philip Manson-Bahr, *Patrick Manson: the Father of Tropical Medicine* (London: Thomas Nelson and Sons Ltd, 1962); Jeffrey Allan Johnson, *The Kaiser’s Chemists: Science and Modernization in Imperial Germany* (Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1990); John W. Servos, *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling: The Making of a Science in America* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1990).

# Amistad y Progreso

*Los Congresos Científicos Pan-Americanos* abrieron una nueva época de intercambio científico no solamente dentro de los países de América Latina sino entre estos y los Estados Unidos. Figuras importantes como Albert A. Michelson, ganador del Premio Nobel en 1907, regularmente atendieron estas conferencias, así ayudando a difundir los últimos avances científicos en la región. Por medio de estos congresos, el libro analiza el emergente desarrollo de la ciencia local, las ideas difundidas a la región, al igual que los factores que afectaron la adopción de estas ideas.

*Rodrigo Fernós* estudió en la Universidad de Brandeis, la Universidad de Texas, y la Universidad de Minnesota. Actualmente enseña en la Universidad de Puerto Rico (Río Piedras), y es director del Instituto de la Ciencia y Tecnología en América Latina ([www.ictal.org](http://www.ictal.org)). Se especializa en la ciencia hispanoamericana a los principios del siglo veinte, y en las relaciones científicas entre la metrópolis y la periferia.

ISBN 1-59330-082-4



US \$16.95

9 781593 300821

Amistad y Progreso  
Rodrigo Fernós

# Amistad y Progreso

*Los Congresos Científicos Pan Americanos, 1898-1916*

Rodrigo Fernós

