

Las observaciones geológicas de A. Z. Helms en 1789

Ricardo N. ALONSO¹ y Sven EGENHOFF²

Abstract: *ANTON Z. HELMS AND HIS GEOLOGICAL OBSERVATIONS IN 1789.*- Anton Zacharias Helms (Hamburg, 1751-Vienna, 1803) formerly Director of the mines in Poland and late Director of the Mines in Peru, was a scientific traveler that arrived to South America in 1789. He was one of the 15 members of the Nordenflycht Mission to Potosí. During his trip to Potosí, Helms crossed Argentina from Buenos Aires to Jujuy making very important observations on the geology of the country. In 1798 he published a book in Dresden with results of the expedition entitled: "Tagebuch einer Reise durch Peru, von Buenos Ayres an dem grossen Platastufte, über Potosí nach Lima, der Hauptstadt des Ronigreiches Peru. Dresden, Waltherrischen Losbuchhandlung, 300 p". The diary book contains a unique set of information among them the first geological observations made in northwestern Argentina and southern Bolivia known to date. He describes granite, limestone with fossil shells, and precious metal mines from the Córdoba hills; the large saline deposit of Salinas Grandes; the "primitive granite" (igneous origin) and alternate green and red granite in the Tucumán hills. At Salta, he mentioned blue shale (today Puncoviscana Fm.) that is covered by red beds and limestone (Pirgua and Yacoraite Fm.). He writes "Strata of limestone, and large masses of ferruginous sandstone, are in many places superincumbent on the argillaceous slate". Also, he describes salt beds, coal (perhaps bituminous shale) and gypsum in the upper part of the mountains. During the journey from Eastern Cordillera to the Puna region he describes surprised the tectonic of the mountains, strongly folded and faulted, completely different to other mountains in Europe. He writes "In no place does a revolution of nature appear to have been so general as in South America". In the Helms book we find primitive references to igneous and sedimentary rocks, unconformities, alluvial placers, ore minerals and tectonic ideas. Therefore, Helms observations are the first made by a professional on geology and mineralogy, almost 100 years before Alfred Stelzner, today considered the "father" of Argentinean geology, started modern earth science studies.

Resumen: *LAS OBSERVACIONES GEOLÓGICAS DE ANTON Z. HELMS EN 1789.*- Entre las observaciones geológicas más antiguas de la República Argentina se tienen las realizadas en 1789 por el "geominero" alemán Anton Zacharias Helms (Hamburgo, 1751-Vienna, 1803). Helms formó parte de la misión del barón de Nordenflycht a Potosí contratada por el rey de España y fue el único de los 15 mineros alemanes que dejó plasmadas sus impresiones de viaje las que publicó en Dresden en 1798 (Tagebuch einer Reise durch Peru, von Buenos Ayres an dem grossen Platastufte, über Potosí nach Lima, der Hauptstadt des Ronigreiches Peru. Dresden, Waltherrischen Losbuchhandlung, 300 p.), trabajo que fue traducido al inglés en 1806 y al francés en 1812. Es importante destacar que a diferencia de otros viajeros coloniales, Helms tenía formación específica en el campo de la geología y mineralogía habiéndose desempeñado hasta entonces como director de minas de Cracovia (Polonia), con estudios en diferentes sistemas montañosos europeos. La rigidez del contrato con el rey de España, establecido a diez años, le impedía a los alemanes dar a conocer cualquier información política o económica sobre el estado de las colonias. Helms sorteó el problema escribiendo su libro como un "diario de viaje". Gracias a ello contamos hoy con una información única sobre distintos aspectos del territorio argentino a fines del siglo XVIII por la pluma de un observador privilegiado. Entre las principales observaciones geológicas se cuentan las realizadas en las Sierras de Córdoba sobre granitos; un censo de minas metalíferas del país; la descripción de las pizarras, calizas y areniscas rojas en Tucumán y Salta; una descripción sobre el torrente de Volcán; la tectónica de láminas imbricadas en la Quebrada de Humahuaca; y las pizarras con cuarzo auríferos y los aluviones de oro que los acompañan en Jujuy. Encontramos en el trabajo de Helms rudimentos modernos en la descripción de rocas ígneas y sedimentarias, discordancias, placeres aluviales, menas minerales y cuestiones tectónicas. Las observaciones del alemán A.Z. Helms son así las primeras de un profesional de las ciencias geológicas y mineralógicas realizado en Argentina.

Key words: Anton Z. Helms. history of geology. history of mining. Nordenflycht Mission. Mining colonial travelers.

Palabras claves: Anton Z. Helms. historia de la geología. historia de la minería. Misión Nordenflycht. viajeros coloniales mineros.

Introducción

La historia de la geología argentina se remonta a las primeras observaciones escritas de los conquistadores españoles y demás cronistas de Indias de naturaleza descriptiva de los fenómenos naturales, paisajes, hallazgos minerales y otros, sin desconocer el importante avance en la prospección, exploración y explotación de sustancias minerales metalíferas y no metalíferas de los pueblos originarios americanos, entre ellos los Incas.

La historia del virreinato del Alto Perú es muy rica en toda clase de documentos mineros de la época colonial que se remontan a mediados del siglo XVI.

En general los viajeros arribaban a Lima por mar y desde allí se dirigían a los importantes distritos mineros, entre ellos el famoso cerro Rico de Potosí, descubierto y puesto en producción en 1545. Hacia el sur, la información es más escasa y estuvo limitada a observaciones circunstanciales de viajeros religiosos que aportaron algunos datos sueltos, aunque siempre valiosos, sobre terremotos, volcanes, aguas minerales y minas.

Existe sin embargo un trabajo de fines del siglo XVIII, escrito por un profesional de la geología y la minería, que había pasado desapercibido hasta ahora, en gran parte por no haber sido traducido al español. Se trata del relato de viajes escrito por el alemán Anthony Zachariah Helms (*sic* en la versión inglesa) quién cruzó por los territorios de Córdoba, Tucumán, Salta y Jujuy en los últimos meses de 1789. Este metalurgista y minero que vino con la misión del barón von Nordenflycht, un respetado mineralogista sueco, pasó tres años en las minas del Perú y luego regresó a Europa para radicarse definitivamente en Viena.

En 1798 publicó en Dresden su diario de viajes al que tituló “Tagebusch einer Reise durch Peru, von Buenos Ayres an dem grossen Platastufte, über Potosi nach Lima, der Haptstadt des Ronigreichs Peru. Dresden, Waltherrischen Losbuchhandlung, 300 p”. La obra se editó primero en alemán (Helms, 1798) y luego fue traducida al inglés (Helms, 1806, 1807) y al francés (Helms (1812) (cf. Santos Gómez, 1983). Las numerosas ediciones y traducciones hablan del interés que despertó la obra en su tiempo.

Helms, se adelanta a muchos viajeros posteriores en sus observaciones, entre ellos en 35 años al capitán inglés Joseph Andrews, quién habría solicitado concesiones mineras en el Aconquija y reconocido rocas metamórficas esquistosas en las serranías circundantes de la ciudad capital (Aceñolaza, 1998), quien también realizó actividades mineras y observaciones geológicas interesantes en Salta y Jujuy (Alonso, 2005).

Vida y obra de A.Z. Helms

Anton Z. Helms, nació en Hamburgo (Alemania) el 31 de agosto de 1750, era hijo de un peluquero (Johann Jürgen Helms), su profesión era la de un geominero (“Bergfachmann”) y murió a los 51 años, en Viena, el 27 de Diciembre de 1801 (Gicklhorn, 1963; Henze, 1978). Casi nada se sabe de sus primeros 37 años de vida, salvo que alrededor de 1780 fue contratado como un especialista minero por la corona polaca para las minas de Cracovia. También que en 1787 acompañó al barón von Nordenflycht a Austria para estudiar algunas minas y para estudiar el método de amalgamación que se utilizaba en Schemnitz (Banská Stiavnika), hoy Eslovaquia.

Antes de venir a América, Helms se desempeñaba como director de minas en Cracovia. En su condición de experto metalurgista fue contratado por la corona española para que buscara mejorar los métodos de amalgamación y fundición de metales nobles que se usaban en Potosí y Perú. La idea era introducir en América el método de amalgamación en toneles desarrollado por

el vienes von Born. Helms, recibió el permiso de viaje y el dinero para gastos por parte del embajador español en Viena, el marqués de Llano. Se embarcó en La Coruña (España) acompañado por su esposa, unos pocos sirvientes negros y un equipo de mineros alemanes. Precisamente, Helms se casó antes de emprender el viaje y su esposa lo acompañó en su viaje por América del Sur a lo largo de cuatro años.

El 29 de Octubre de 1788, comenzó su travesía desde Buenos Aires hacia el norte utilizando el servicio de carruajes que operaba por la ruta de las postas hasta Salta. En ese trayecto realizó valiosas observaciones geológicas, que volcó cuidadosamente en su diario de viajes y que han permanecido casi desconocidas para los historiadores de la ciencia (e.g., Turner, 1970; Babini, 1986; Camacho, 1971; Aceñolaza, 1998). De acuerdo con un documento de Potosí de 1788 (previo a la llegada de la misión de Nordenflycht con los datos enviados por la corona española) Helms tenía ese año 31 años, era casado, de religión católica y su lugar de nacimiento era Hamburgo (Ovando Sanz, 1975). Fue contratado durante la misión del barón de Nordenflych por la suma de 1500 pesos.

Si nos atenemos a estos datos, Helms habría nacido en Hamburgo en 1757 (Maffei y Figueroa, 1871, T. II, p. 510), no habiendo coincidencia con los datos biográficos aportados por Gicklhorn (1963), puesto que en 1788 tendría 38 años. Maffei y Figueroa (1871) sostienen que la profesión de Helms era la de “Químico, ensayador y metalurgista” (p. 511).

La misión Nordenflycht

Es poco conocido que el barón de Nordenflycht pasó por el actual territorio argentino en 1789 camino al cerro Rico de Potosí (Alonso, 1999, 2000, 2005). Este es un hecho histórico de gran relevancia por lo que significó su misión no sólo desde un punto de vista científico sino también político. El barón Fürchtegott Leberecht Nordenflycht (1738-1815), había nacido en Prusia, su padre era un noble sueco y su formación y lengua eran la germana. Como muchos otros de su tiempo, estudió en el mayor centro de excelencia minera como era la Academia Minera de Freiberg en Sajonia.

Antes de venir a América, donde terminó residiendo por veinte largos años, se desempeñaba como consejero del rey de Polonia. De profesión mineralogista y metalurgista estuvo a cargo de las minas de Miedzianagora, cerca de Cracovia, en 1786. Fue en estas lides que tuvo bajo su responsabilidad aplicar un nuevo método de amalgamación de la plata que había descubierto el vienes Ignaz von Born. El método conocido como de los toneles, funcionó muy bien y tuvo su éxito en las viejas minas europeas. Enterada la corona española envió a uno de sus funcionarios de confianza, el químico Fausto D’Elhuyar que tenía fama por haber descubierto el elemento tungsteno, para que realizara la contratación de una comisión de científicos para que vinieran a las minas de América a aplicar el sonado método.

Así, se contrató como jefe de la misión al barón de Nordenflycht quién formó su equipo con un experto en laboreo minero como Johann D. Weber (su segundo al mando); Anton Zacharias Helms, quién durante el viaje realizaría las primeras observaciones geológicas en el Noroeste argentino; Federico Mothes, que había estudiado metalurgia en la célebre academia de minas de Freiberg y que fue contratado como geómetra subterráneo; a los cuales acompañaron otros once técnicos y mecánicos de diferentes artes y oficios. Es interesante destacar que en el grupo había católicos y protestantes.

El contrato consistía en permanecer 10 años en América del Sur al servicio de la corona española, fomentando el uso racional de las explotaciones de metales preciosos y logrando los

mejores beneficios en los procesos de amalgamación. A cuenta se les ofreció seguridad para sus personas, bienes y familias, libertad en el ejercicio de su religión, indemnización de gastos de viajes, pago puntual de sus sueldos, y señalamiento, terminado el contrato, de una pensión vitalicia según sus méritos. La expedición salió de La Coruña y arribó a Buenos Aires en 1788.

El 29 de Octubre de ese año emprendieron el viaje a Potosí cruzando transversalmente el territorio argentino por Córdoba, Tucumán, Salta y Jujuy hasta arribar a Potosí el 24 de enero de 1789. A.Z. Helms dejó escrito un rico diario del camino de postas realizado con observaciones de las ciudades que fueron atravesando, los tipos de gentes y la conformación geológica de los terrenos (Alonso, 1998). Al llegar Nordenflycht a Potosí –la mayor concentración de plata del planeta- se encontró con que el bajo rendimiento de los yacimientos se debía a los métodos anticuados de explotación y a la corrupción, negligencia, empirismo y rutina de la burocracia colonial.

Era Nordenflycht un hombre de la ilustración, con ideas renovadoras y afanes reformistas. Al parecer trajo escondidas entre sus pertenencias los primeros ejemplares de la Enciclopedia Francesa que entraron en América. No es de extrañar entonces que su misión fue obstaculizada por la maledicencia y la hostilidad abierta que tachaba a los alemanes de charlatanes, herejes, judíos y extranjeros perniciosos, a más de peligrosos agitadores de los indígenas, a quienes trató siempre de proteger contra la explotación inhumana, la cual constituía forma habitual de las faenas mineras desde los tiempos de la conquista. Los alemanes querían poner maquinarias que reemplazaran la fuerza bruta de los mineros y esto les trajo un fuerte rechazo de los que explotaban esa mano de obra. Estando en Lima en 1801 tuvo dificultades con el Santo Oficio de la Inquisición, que le instruyó un oficio preliminar por leer y difundir libros prohibidos.

Más que prohibidos por lo religioso, lo que se estaba incubando eran los afanes independentistas y Nordenflycht llevaba ya largos años en el Alto Perú y había tomado contacto directo con grupos de intelectuales como los que nucleaban alrededor del Mercurio Peruano y de los cuales Hipólito Unánue (amigo de San Martín) era el mentor. En 1802 se reunió en Lima con el famoso sabio alemán Alexander von Humboldt, quien también colaboró activamente con los movimientos independentistas americanos. En 1810 pasó a Chile donde contrajo matrimonio, dejó descendencia y siguió a Europa tiempo después. Para entonces comenzaban a independizarse varios países y no puede desconocerse el papel movilizador que tuvieron las ideas de hombres como Humboldt, Unánue y Nordenflycht entre tantos otros.

El diario de Helms

El texto del diario está organizado de forma cronológica, aunque sin embargo las fechas están muy aisladas y se pierde fácilmente la correlación de los eventos con el tiempo de su ocurrencia. Esto resulta inusual para un diario, que precisamente se lleva día a día. Las distancias, sin embargo, están siempre dadas y son bastante exactas. Las menciona en leguas o sea las millas españolas (veinte leguas equivalen a un grado del Ecuador o aproximadamente 5,57 km (Alonso and Egenhoff, 2005).

Helms hizo un listado de las minas existentes en el virreinato del Río de la Plata en 1788, cubriendo gran parte de Argentina y Bolivia, de acuerdo a los datos que le entregaron en las oficinas del gobierno. Para la región del Noroeste Argentino, llamada generalizadamente como “Tucumán” menciona dos minas de oro, una mina de plata, dos minas de cobre y dos minas de plomo. En total indica para el virreinato 30 minas de oro, 27 minas de plata, 7 minas de cobre, 2 minas de estaño y 7 minas de plomo. Estos datos son especialmente valiosos ya que constituyen



Figura 1. Portada del diario de Helms en la edición alemana de 1798

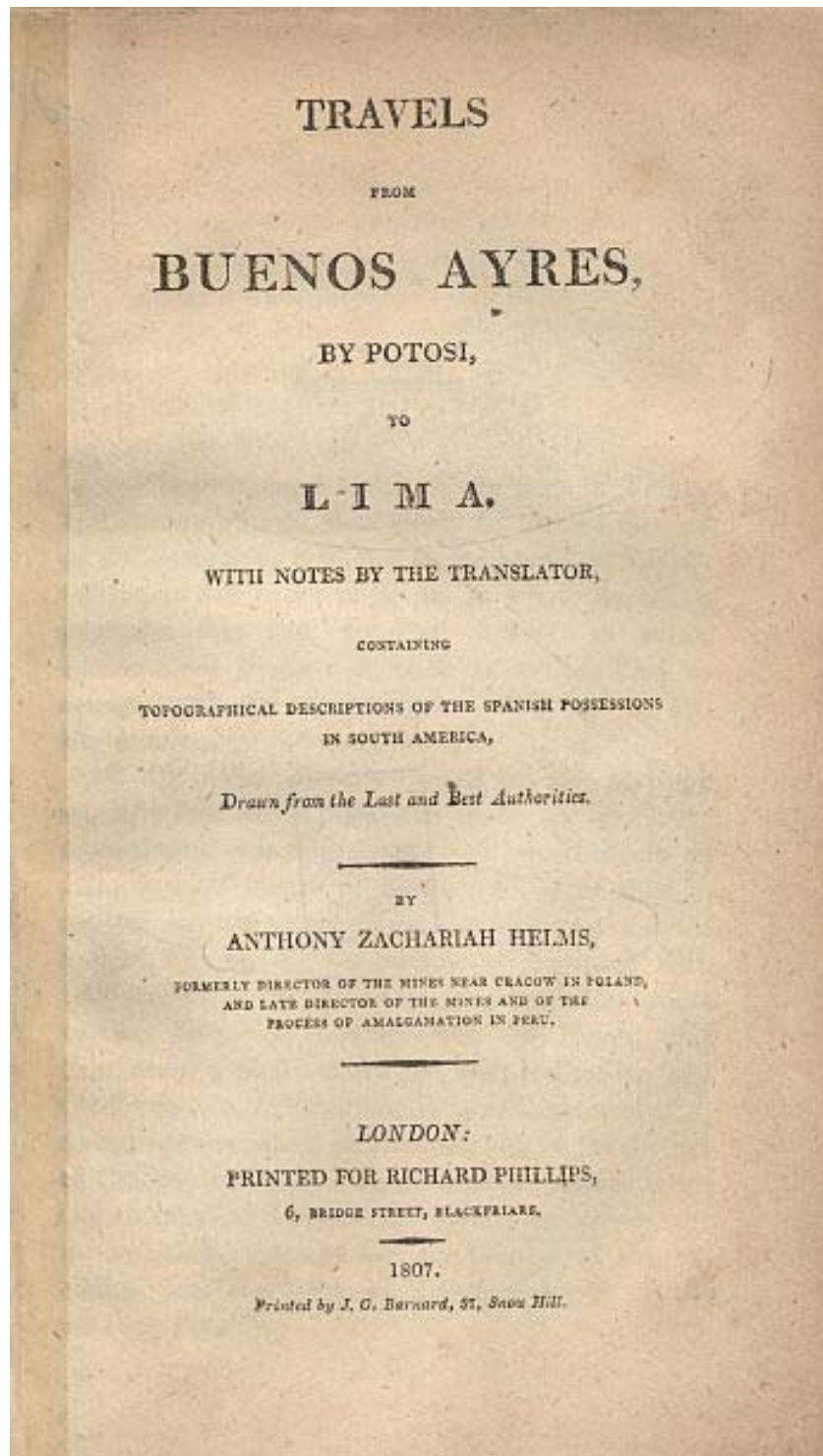


Figura 2. Portada del diario de Helms de la segunda edición inglesa de 1807.

una de las pocas fuentes sobre el estado de la actividad minera a fines del siglo XVIII (Alonso and Egenhoff, 2005).

Es importante remarcar que cuando visita una mina, Helms describe los minerales que observa, la composición de la roca de caja y la localización más o menos exacta de donde se encuentra. Si bien hay abundantes observaciones geológicas y mineras, dominan en el diario otros aspectos relacionados con suelos, ganados, biología, clima, vientos, y las gentes locales. Lo curioso es que nunca habla ni de su esposa ni de los otros miembros de la expedición con lo cual esos aspectos debieron ser removidos expresamente.

Es importante señalar que la primera y única edición alemana de 1798 es mucha más rica y completa en información que las inglesas de 1806 y 1807. La edición francesa de 1812 es simplemente la traducción de la edición inglesa de 1896. Por ello, hacemos referencia en forma permanente a la primera edición alemana que los autores tuvimos oportunidad de consultar en la biblioteca de la Universidad de Freiberg.

Observaciones geológicas en Córdoba

Helms comienza su narración al salir de Buenos Aires y describe principalmente los temas relacionados con indios, gauchos, milicianos españoles y cuestiones de la flora y la fauna. Al llegar al río Tercero, más concretamente a una localidad llamada Cabeza de Tigre (se trataría de la actual Cruz Alta, según F.G. Aceñolaza, comunicación personal), menciona que el río corre sobre granitos descompuestos y que el río mismo, probablemente se inclina debido a su posición (geográfica) hacia el gran Plata o río Plata („Das Bett dieses Flusses ist aufgelöster Granit; der Fluss selbst aber fällt wahrscheinlich seiner Lage nach in den großen Plata- oder Silberfluss“; 1798, p. 13). Esos granitos serían a la postre las rocas más antiguas que Helms observara en su recorrido.

Desde allí continúa viaje hasta Saladillo y le llama la atención que la mayoría del terreno es ondulado y está cubierto por una eflorescencia blanca de salitre (“saltpetre”) que luce a la manera de escarcha. Continúa el viaje hacia Barrancas y Zarjón (probablemente Zanjón) donde menciona que el río corre sobre margas endurecidas las que están interestratificadas con capas calcáreas conteniendo gasterópodos (“calcareous shells”). Dice: “Das Flußbette bestand hier aus verhärtetem Mergel mit vielen verkalkten Schnecken”; 1798, p. 13. Esta última es quizás la primera cita concreta en la Argentina de invertebrados fósiles en sentido moderno.

Luego se refiere a una cuestión de ríos y cuencas hidrográficas al especular que siguiendo aguas arriba por el río Segundo se llega a la unión con el río Tercero ya que “este río es una continuación del río Tercero ya que el río Segundo recibe sus aguas de la Precordillera peruana que comienza aquí, en las vecindades” (“Dieser Fluss ist eine Fortsetzung des Flusses Rio Tercero, denn der Rio Segundo empfängt sein Wasser von dem hier in der Nähe anfangenden Peruanischen Vorgebirge”; 1798, p. 16).

Al llegar a Córdoba se refiere a ella como un pueblo limpio y hermoso ubicado sobre una rama de los Andes, habitado por 1.500 españoles y criollos y unos 4.000 negros esclavos. Refiere que es lugar de tránsito comercial al Potosí, asiento del Obispo, con edificios importantes entre los que se destaca la Catedral y con calles mucho más limpias que las de Buenos Aires. Luego afirma que, no muy lejos del pueblo, en las montañas de granito, se encuentran vetas de plomo y cobre las cuales son argentíferas. Dice que hay: 1) Labores mineras, como pozos a pique, algunos profundos, a lo largo de vetas que contienen galena diseminada con proustita, que de acuerdo con los rumores locales contiene 25% en peso de plata. El contenido de plomo parece ser entre 70 y 80%; 2) Galena intercrecida con menas de plomo blancas y grises; 3) Menas grises de

plomo; 4) Calcopirita con “fahlore” diseminada (“fahlore” es un término generalizado para cualquier mena mineral grisácea consistiendo normalmente de sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros de cobre, específicamente tetraedrita y tennantita). El mineral de ganga de las vetas es cuarzo. Dice Helms: (...“findet man 1) einige Ellen tief ausgeschürfte unaufgenommenen Gänge von derbem Bleyglanze mit Rotguldenerze eingesprengt, welches der unwissenden hiesigen Sage nach 25 Loth Silber im Zentner enthalten soll. Der Bleygehalt muss dem Ansehen nach zwischen 70 und 80 pro Cent seyn. 2) Bleyglanz mit durchwachsenem weiß und grauem Bleyerze. 3) graues Bleyerz. 4) Kupferkies mit eingesprengtem Fahlerze. Das Ganggestein ist Quarz.“; 1798, p. 22). Luego informa que la roca de caja consiste de gneiss sobreimpuesto sobre granito. El feldespatos ha sido parcialmente descompuesto a tierra porcelánica con mica (“Das Gebirge ist auf Granit theils aufgesetzter Gneiss, worinn der Feldspath zur Porcellainerdetheils aufgelöst und theils Glimmer war.”; 1798, p. 24). Afirma que los diques o vetas tienen un rumbo de 83°.

Como se aprecia estas observaciones gozan de actualidad geológica ya que menciona por su nombre a rocas clásicas como los granitos y los gneises. Señala el fenómeno de alteración de los feldespatos que se convierten en una tierra porcelánica (caolín). Menciona minerales por su nombre como el caso de la galena, proustita y calcopirita, además de otras menas que acompañan a estos minerales como los cobres grises. Igualmente se refiere a la ganga de cuarzo de las vetas y al control estructural de estas, dando incluso el rumbo o dirección (83°). Señala también las leyes o porcentajes de algunos metales tal como el plomo y la plata.

Luego menciona que las sierras están formadas por granitos rojos y verdes y que gradualmente se hacen más altas. Por detrás de ellas y hasta cerca de Tucumán dice que el viajero pasa a través de una llanura salina, de 210 millas de longitud, que en su mayor parte es estéril y desértica y desde la cual las montañas son vistas a la distancia. Describe que todo el piso de la salina está cubierto con una incrustación blanca de sal y no contiene otra planta que la *salsola hali*, la cual crece hasta una altura de 4 yardas. Aclara que el muy venido abajo pueblo de Santiago del Estero se encuentra en esta planicie. Se detiene en las consideraciones sobre los tipos humanos y hace una encendida defensa de los indios como mineros diciendo que son a ellos a los que se les deben las enormes cantidades de oro y plata producidas en las colonias españolas puesto que los criollos, españoles y negros no sirven para estas tareas. Sostiene que la escasez de agua en Córdoba y sus alrededores son un problema tanto para la explotación de las minas como para la purificación de las menas.

Reproduce información oficial minera que constituye un primer censo minero para las provincias del Tucumán (que abarcaba gran parte del actual centro y NOA de la R. Argentina) y que entonces contaba con las siguientes minas: Oro (2); plata (1); cobre (2) y plomo (2).

En el norte de Córdoba, entre San Pedro y Durazno dice que “las montañas continúan estando compuestas de granitos rojos y verdes y contienen vetas de menas de plata córnea” (antiguamente se designaba como plata cornea al cloruro de plata, Alonso, 1995), así como diques de hornstein, refiriéndose probablemente a “cuarzo finamente cristalino” o “chert”. Dice: “Das Gebirge bleibt noch immer ursprünglich rother und grüner Granit, und enthält Hornsteingänge”; 1798, p. 25.

El camino desde Durazno sigue a través de Channar (¿Chañar?) o Cachi (15 millas), Portezuelo (27 millas), Remanso (24 millas) y Yuncha (90 millas). Dice que entre las pequeñas localidades de Remanso y Yuncha el piso está en su totalidad cubierto con una sustancia salina blanquecina suelta (... „dessen ganzer Boden mit einer weißen lockern Salzrinde überzogen ist.“; 1798, p. 26). En la Villa de Remanso y Yuncha los pobladores debieron comentarle a Helms que el material era halita o salitre. Sin embargo Helms dejó establecido que el nombre español „salinas“ significando planicie de sal prueba que el mineral es halita o sal común lo cual también se

correspondía con sus análisis (“Sein spanischer Name aber beweist das Erstere, indem man diese Felder Salinas oder Salzfelder nennt, welches auch mit meiner Analyse übereinstimmte.”; 1798, p. 26). Se trataría de las Salinas de Ambargasta.

Helms asume que la sal dentro del valle se originó de capas de sal en el subsuelo. Y además teoriza que el valle debe contener un manto de sal como lo indica su posición y el suelo arcilloso suelto que es resbaladizo y muy salino, lavado por las lluvias y luego precipitado a través del calor del sol y distribuido sobre todo el terreno, (...) luego debería haber una enorme cantidad de este mineral oculto (en el subsuelo). Dice (“Sollte, wie es die Lage des Thales und die lockere Thonerde, die ganz schmierig und durch und durch mit diesem Salze durchdrungen, vom Regen ausgezogen, und durch die Sonnenhitze hernach über die Felder wie Schnee ausgesotten wird, und wie es noch übrigens die ausserordentliche Kalipflanze wahrscheinlich zu machen scheint, ein Salzflöz seyn, so müsste hier ein ungemeiner Reichthum dieses Minerals verborgen liegen”; 1798, p. 26-27). Se trata sin dudas de la primera observación científica moderna sobre el origen de las sales en la cual hace jugar el lixiviado de sales más antiguas y la evaporación y distribución en el ambiente actual.

De nuevo, y cerca de Santiago del Estero (Helms: Sant Jago del Estero), menciona que uno de los ríos que cruzó muestra una arena procedente de la descomposición de un granito (“Der Fluß hat einen sandigen Boden, der aus aufgelöstem Granit besteht”; 1798, p. 28). También hace referencia que „el calor en Santiago del Estero es casi intolerable, especialmente cuando el viento sopla desde el norte“.

Desde Santiago del Estero continúa viaje a San Antonio (18 millas), a Chachilla (24 millas) y Vinara (localidad próxima al límite entre Santiago del Estero y Tucumán) otras 24 millas. Comenta que a lo largo de 15 millas cruzaron el río St. Jago (ríos Dulce y Saladillo) en todas las direcciones y aclara que en enero, sin embargo, cuando la nieve comienza a derretirse sobre las montañas de Potosí, el río crece hasta convertirse en peligroso para los viajeros.

Observaciones geológicas en Tucumán

Desde Vinara continúa hasta Palma (18 millas), luego hasta Talacha (18 millas) y desde allí hasta Tucumán (24 millas). Helms arriba a Tucumán y la describe como un pueblo pequeño y bonito, rodeado por plantaciones de frutales y cítricos, entre los que destacan naranjas, higos y granadas. La ubica a 450 millas de Córdoba y 700 millas de Potosí. Dice que cuenta con tres monasterios y es asiento de un Obispo. Sostiene que los habitantes son ricos pero podrían serlo más aún si se dedicaran a explotar las minas de oro y plata que hay en las sierras vecinas. Dice que no más pasar las sierras al otro lado “todo el cuerpo de la sierra contiene los metales preciosos en abundancia” (1806, p. 15). Se refiere al oeste y más precisamente al Aconquija-Cumbres Calchaquías donde existen documentos sobre metales preciosos desde el siglo XVII para los distritos de Choyana, Huaschaciénaga, Cerro Bayo y Alto de la Mina (Aceñolaza, 1998). Sin embargo echa la culpa del atraso en la minería a los pésimos mineros que son los esclavos negros y los rústicos métodos de explotación consistentes en cargar sobre las espaldas los sacos de mineral extraídos de los socavones (se refiere a los apiris que sacaban el mineral en los capachos del fondo de los socavones). Se queja que los empleadores son tan ignorantes que no han aprendido a usar los sencillos tornos o cabrestantes y que esto lo encontró como una mala práctica no solo en Tucumán y Potosí sino en todo el reino del Perú.

Para Helms la región alrededor de Tucumán parece ser rica en minas de oro y plata mencionó la presencia de vetas que afloraban en la superficie (“Die meisten Gänge gehen zu Tage aus...”;

p. 30). Helms visitó la mina de oro “Anconquija” (Aconquija) a pedido del tesorero real de Tucumán. Dice que “Las labores mineras de la rica mina de oro Anconquija están situadas en una cadena montañosa granítica, y las vetas están compuestas de cuarzo con oro. La mineralización está compuesta de argentita (?), parcialmente nativa (¿plata nativa?), parcialmente asociada con oro finamente diseminado, malaquita y también minerales de hierro”. Y apunta que “el contenido de oro de este mineral debe ser significativo si estimamos de acuerdo con su apariencia (...) (“Die Goldanbrüche der reichen Grube Anconquija brechen im Granitgebirge, und die Gangart besteht in fettem Quarz mit Gold durchwachsen. Die Erzbestandtheile bestehen im Silberglaserze, theils gediegen, theils in reichem Goldmulm mit Kupfermalachit, auch Eisenerze gemischt. Der Goldgehalt in diesem Mineral war schon dem äußeren Ansehen nach beträchtlich (...), 1798; p. 32”).

En otro orden menciona que viniendo de Córdoba vio que las montañas eran de “granito primitivo” pero a medida que avanzaba hacia Tucumán este granito comenzaba a mezclarse con pizarras arcillosas de varios colores, entre las que predominaban las azules. Esto constituye la primera referencia regional concreta a un gran cambio de grandes provincias geológicas, esto es desde el viejo y “granítico” ambiente de Sierras Pampeanas hasta el ambiente “sedimentario” más joven y dominante del norte argentino está definido por Helms cuando dice que “hasta Tucumán, las cadenas montañosas están compuestas de granito original (primitivo), pero desde Tapia en adelante este cambia a una pizarra azulina parcialmente meteorizada”. (“Bis Tucuman besteht das Gebirge aus ursprünglichem Granit; von Tapia an aber wechselt es mit ursprünglich blauem Thonschiefer, der zum Theil verwittert ist, ab“; 1798, p. 35).

Continúa luego el viaje siguiendo el camino de Postas desde Tucumán a Tapia (21 millas), desde Tapia a Duralde (24 millas). Dice que Duralde está situado sobre un torrente de montaña del mismo nombre y que a causa de los pésimos caminos (debe tenerse en cuenta que es la época lluviosa en esta región del país) no arribaron allí hasta la noche del 14 de diciembre (1789). Desde Duralde siguieron hasta Paso del Pescado (18 millas) y desde allí alcanzaron “Trinca” (Trancas) que describe como “un pequeño pueblito placentero, con una iglesia, sobre un torrente de montaña del mismo nombre” (1806, p. 24). Finalmente, entraron en el actual territorio de Salta (Paso del Pescado en Tucumán hasta Arenal en Salta, 27 millas).

Antes, señala que “las montañas entre Tapia y Duralde consisten de fangolitas descompuestas o meteorizadas. Dichas pizarras micáceas muestran un color azulino cuando no están todavía descompuestas y forman los rodados que se encuentran dentro del lecho del río (“Das Gebirge von Tapia bis Duralde besteht in aufgelösten oder verwitterten Thongebirgen, deren noch unaufgelöster Theil bläulicher, glimmerreicher Thonschiefer ist, aus deren abgerundeten Graupen hier auch das Flussbette besteht.“; 1798, p. 35). Se está refiriendo a lo que conocemos actualmente como las Fm. Medina y Fm. Puncoviscana de edad Precámbrico superior hasta Eocámbrico, unidades silicoclásticas marinas ampliamente distribuidas en el norte argentino.

Una cuestión curiosa es una frase que aparece en la edición inglesa de 1806 que no figura en la edición alemana como tal pero tiene un gran valor estratigráfico. Es la que se refiere “estratos de calizas y grandes espesores de areniscas ferruginosas que en muchos lugares se apoyan (discordantemente) sobre la pizarra arcillosa”. Dice Helms: “Strata of limestone, and large masses of ferruginous sandstone, are in many places, super-incumbent on the argillaceous slate” (1806, p. 23). En este caso se está refiriendo concretamente a la Formación Puncoviscana que actúa como basamento regional y a las unidades del Grupo Salta y Grupo Orán que se le superponen, entre ellas, a la Fm. Yacoraite, unidad calcárea del Cretácico superior de amplia distribución en el NOA y a las sedimentitas rojas cretácicas que la infrayacen (Subgrupo Pirgua) y las terciarias que la recubren (Subgrupo Santa Bárbara y Grupo Orán).

Observaciones geológicas en Salta

Continúa su relato diciendo que “Nosotros pasamos el lecho seco de un río a dos millas y medias de Talo (Tala) bajando la pendiente de la sierra. Las barrancas del lecho del río estaban compuestas de arena roja o de un pórfido suelto descompuesto mezclado con arcilla. La barranca oriental era alta y grande y estaba cubierta con una ceniza blanca. Esta ceniza tenía la forma y el gusto como una perfecta sal de cocina. Las barrancas estaban construidas de capas apiladas (estratos) y en Pasaje (una pequeña villa al sur de Salta), descubrimos también carbón y yeso esparcido que argumenta por una probabilidad de encontrar mantos salinos en esta área („Zwey und eine halbe Meile von Talo, dem Gebirge herunter, passierten wir ein trockenes Flussbette, welches mit Wänden von rothem Sande, oder aufgelöstem Porphyrlager, welches locker und mit Thon vermischt eingefasst ist. Ein große und hohe Wand an der Morgenseite war ganz weiß übersintert; der Geschmack und die Form des Sinters war gleich einem vollkommenen Küchensalze. Die Struktur dieser Wände sind Flözlager, und in Pasaje entdeckten wir auch Steinkohlen und Gipsspäthe, woraus sich denn die Wahrscheinlichkeit von Salzflözen in dieser Gegend schliessen lässt.“; 1798, p. 37). Se aprecia el interés permanente de Helms en la observación de potenciales fuentes de sal común, muy valorada en la época para distintos usos entre ellos los mineralúrgicos. Helms estaba convencido de la presencia de sal fósil en las proximidades de la región que estaba recorriendo y dice “...y tomando en cuenta varias otras indicaciones, nos lleva a concluir que hay grandes capas de sal fósil en esta parte del país” (1806, p. 26). La cita de yeso es muy común en toda la región en las llamadas Formación Río Salí en Tucumán y Formación Anta en Salta. En cuanto al carbón, que en la edición alemana aclara que se encuentra cerca de Pasaje, no hay dudas que se trataría de los esquistos bituminosos que afloran en el Río Piedras y que 100 años más tarde estudiaría Brackbusch durante sus investigaciones de la “Formación Petrolífera” en el norte argentino.

Desde Arrenal (nombre que aún se conserva) hizo el recorrido hasta Rosario (Rosario de la Frontera) separados 15 millas. En el río Rosario menciona la presencia de rodados abundantes de pizarras azulinas muy comunes en las montañas vecinas (Fm. Medina). Luego sigue desde Rosario a Concha separados 20 millas y dice que “la cresta principal de las montañas comienza a elevarse aquí considerablemente” (1806, p.25). Desde Concha a Rodeo del Tala 24 millas (no hay ninguna mención a Metán) y otras 24 millas hasta alcanzar Pasaje sobre el río del mismo nombre (hoy río Juramento). El camino sigue desde Pasaje hasta Sienage (¿Ciénaga?) separados 30 millas y desde Sienage hasta Cobos, otras 21 millas.

Dice Helms: “Dos millas después de pasar Cobos (hacia Salta), dos cadenas montañosas se aproximan desde el Este y el Oeste y se acercan tanto entre ellas que en algunos lugares tuvimos que circunvalar algunos pie de montes y tuvimos que cruzar algunos terrenos altos y hendiduras que estaban todas cubiertas por clastos redondeados de fangolitas, margas y esquistos así como también cuarzo y otros tipos de fósiles que hacían muy difícil la tarea de transitar” (“Zwo Meilen hinter Cobos kommen beide Gebirge von der Abend- und Morgenseite so nahe gegeneinander, dass man an einigen Stellen schon vor einigen ihrer Absätze vorbeigehend, durch viele Klüfte und über Anhöhen fahren muß, die alle mit abgerundeten Bergarten von festem Thon, Mergel und Thonschiefer, Quarz und anderen Fossilarten so überschwemmt sind, dass der Weg dadurch sehr beschwerlich wird.”; 1798, p. 37-38). Efectivamente, el camino debió cruzar en zonas de materiales de acarreo que forman las altas terrazas cuaternarias entre Cobos y la sierra de Mojotoro. Lo que no queda claro es el uso de la palabra fósiles.

Comenta luego que “...en la vecindad de Salta algunas de las laderas de las montañas están compuestas de estratos relativamente planos que tienen un rumbo norte-sur. La roca es sólida y

está compuesta de esquistos rojizos mantiformes algunos con una gruesa costra de ceniza carbonática. En algunos lugares las capas están compuestas de carbonato” („Nahe von Salta findet man einige Gebirgsrücken kahl, bestehend aus flachfallend- nach Mitternacht streichend-fest- röthlich- flözartigen Thonschieferlagen, zum Theil mit einer starken Rinde Kalksinter aufgesetzt; hin und wieder findet man ganze Kalklager.“; 1798, p. 38). Esta observación resulta la primera de tipo geológico estructural en que se señalan las rocas que se encuentran en la sierra de Mojotoro y que buzcan hacia Salta con un rumbo norte-sur. No sabemos cuál fue la entrada de Helms a Salta (Angosto de Mojotoro, Portezuelo o La Quesera), pero la descripción de “esquistos rojos mantiformes” se condice con las capas del Grupo Mesón (Cámbrico) que afloran allí.

Desde Cobos hasta Salta dice Helms que recorrió 27 millas. Llegó a la ciudad de Salta en los últimos días de diciembre de ese año de 1789 y en su diario escribió: “El pueblo de Salta está situado sobre el río Arias. Está dividido en cuatro calles principales, muy irregulares, pero más anchas que aquellas de Córdoba. La Plaza Mayor muestra sobre el lado oeste bellas residencias y sobre el opuesto la Catedral, que es la residencia del gobernador-intendente y de la administración de la provincia de Tucumán. Hay también siete iglesias y monasterios. Viven unas 600 familias españolas y la población total, incluyendo criollos y esclavos se estima en unas 9.000 almas. Los habitantes, quienes mantienen un considerable comercio con Potosí, Perú y Chile, son más ricos, distinguidos y cultos que aquellos de Córdoba y Tucumán”. Cuenta luego que en Salta se cambia los carruajes por animales de silla y el camino a Lima sigue por La Caldera, Jujuy, la quebrada de Humahuaca y así sucesivamente. Comenta que al dejar Salta la vegetación comienza a disminuir y que “el viajero ya no es molestado por una increíble multitud de langostas, grillos, ranas cantoras, sapos, serpientes, cocodrilos y mosquitos”. Se queja luego Helms de que las penurias del viaje los llevan a enfermarse en parte debido a las sucias posadas llenas de bichos, a tener que apagar la sed con aguas fétidas de charcos y a tener que respirar el aire nauseabundo contaminado por los efluvios nocivos de esqueletos de animales en descomposición (es importante recordar que para esa época Salta era una importante plaza abastecedora de mulares a Potosí). Hace comentarios varios sobre las hormigas, sobre los tigres y pumas, y sobre las abejas melíferas no domésticas que construyen sus nidos en las ramas de los árboles.

Dice Helms en su recorrido hacia Jujuy que “Algunas cadenas montañosas están compuestas de “rocas lavadas” como las que se observan entre Salta y Jujuy mirando hacia el frente a través de esquistos sólidos de color rosado carne. Las montañas incrementan en altura y están algunas veces cubiertas con nubes” („Man sieht auch von Salta bis zu dem folgenden Städtchen Jujui vorwärts zwischen den festen fleischfarbigen Thonschieferlagen Rücken von aufgeschwemmten Bergen, die öfters wegen ihrer ansteigenden Höhe mit Wolken bedeckt sind.“; 1798, p. 43). Se refiere al actual camino de cornisa entre Salta y Jujuy, por la ruta 9, donde antiguamente corría el camino real. Al parecer las “rocas lavadas” podrían ser las cuarcitas ordovícicas que buzcan hacia el río Caldera; las capas rojas corresponderían al Terciario de la sierra de Vaqueros, y las altas montañas cubiertas por nubes pertenecen a los Nevados de Castillo y Cordón de Lesser.

Observaciones geológicas en Jujuy

Respecto a Jujuy comenta que es un pequeño pueblo de unos 3.000 habitantes con ricos minerales en sus montañas, pero cuyos pobladores -al igual que los de Salta y Tucumán- “no tienen iniciativa ni habilidad para hacer un uso apropiado de los regalos que la naturaleza ha derramado con mano liberal sobre estas interesantes regiones”.

Desde Jujuy sigue hacia la Quebrada de Humahuaca por el río Grande de Jujuy. Hace aquí una

nueva descripción geológica cuando dice que “las montañas lentamente incrementan en altura y están parcialmente compuestas de esquistos rojo carne, rojo oscuros y principalmente azules con venas de cuarzo” („Das Gebirge steigt immer mehr sanft in die Höhe, und besteht zum Theil in fleischfarbigem, dunkelrothem und größtentheils blauem Thonschiefer mit Quarzgängen.”; p. 45). Efectivamente, el primer tramo de la quebrada de Humahuaca muestra las rocas pizarrosas azules de la Formación Puncoviscana, portadora de venas de cuarzo, y también las capas rojizas del Grupo Mesón.

Describe “Bolcan” (léase Volcán) como el más grande de los torrentes de montaña que les toca ver en la travesía. Al llegar a Humahuaca (“Humaguaca” *sensu* Helms) menciona nuevamente la presencia de capas de sal cuando ya casi habían alcanzado la parte más alta de las montañas. (“Eine Meile vor dem Dorf Humaguaca, da wir fast die ganze Höhe allmählich erstiegen hatten, fand ich auf mergelartigen Lagen viel Salzanflug; dieses setzte bis Humaguaca fort und noch weiter. Dies lässt, bergmännischer Wahrscheinlichkeit nach, nicht allein in dieser Gegend, sondern auch in vielen ähnlichen zurückgelegten, einen außerordentlichen Überfluß dieses Minerals in Südamerika voraussetzen.”; p. 47).

Luego vuelve a realizar una defensa de los indios como mineros por ser superiores a cualquiera de las otras gentes que habitan en la región tales como españoles, criollos, mulatos, sambos y negros. En especial los negros son los que más sufren los cambios diurnos y nocturnos de las temperaturas de la montaña al punto que se enferman, desfallecen y finalmente mueren. A partir de Humahuaca continúa el viaje por Cueba (léase Cueva) hasta Los Colorados. „...hacia el Este y el Oeste (del camino) una cresta montañosa prominente consistente de esquisto azul está expuesta y es parcialmente rojiza oscura y contiene algún (mineral) de hierro“ (“[Es] steigt an der Abend- und Morgenseite ein mächtiger Rücken blauer Thonart, und theils dunkelroth-eisenschüssigen Thonschiefers allmählich (...) in die Höhe.”; 1798, p. 49).

En ese punto se detiene a hablar en una de las observaciones geológicas más ricas del texto: “Montañas tan extraordinariamente irregulares y fragmentadas como en esta parte de las Cordilleras, con tanta alternancia de cambios bruscos en la composición de las rocas en cortas distancias, no las he visto ni en Hungría, ni en Sajonia, ni en los fuertemente cortados Pirineos españoles y franceses. En ninguna parte una revolución de la naturaleza parece haber sido tan general como en América del Sur, existiendo evidencias de ella por todas partes”. („Die außerordentliche Zerstückelung dieser Kordilleren, die mannichfaltige Abwechslung der Gebirgsmassen in so kurzen Distanzen, wie ich solche getreu erzählt habe, sahe ich weder in Ungarn, Sachsen, noch in den Französischen sehr zerstückelten und Spanischen Pyrenäen. Hieraus lässt sich unvorgreiflich und sehr wahrscheinlich schließen, dass nirgends eine Revolution in der Natur so allgemein, als in Südamerika gewesen sey.”; p. 50). Esto constituye una clara referencia a la tectónica andina, más precisamente a la faja fallada y plegada de la Cordillera Oriental con sus láminas imbricadas. Además demuestra que Helms había estudiado la estructura geológica de otros sistemas montañosos europeos en su condición de minero con conocimientos específicos de Geología.

Su próximo paso es la Puna a la que describe en función de su altura, su frío, sus elevadas montañas nevadas y la presencia de las llamas y las vicuñas.

Un poco más al norte, entre los dos pequeños parajes de Colorados y Cangrejos, dice que “la unidad de arenisca roja (...) está cubierta por esquistos y aflora hasta Cangrejos, pero está intensamente fallada. Tres millas más adelante (entre Cangrejos y Guayaca) es posible observar su origen más joven en la manera en que está depositado sobre el tope del esquisto (“Oben erwähntes auf einfachen Schiefer aufgesetztes rothes Sandsteingebirge gieng in einem hin und wieder zerstückelten Zustande bis Cangrejos fort, und noch drey Meilen vorwärts sieht man ganz überzeugend seinen jüngern Ursprung, wie er auf dem Thonschiefer abgesetzt ist.”; p. 52).

Todo parece indicar que se trata de la relación entre las capas rojas del Subgrupo Pírgua y las sedimentitas marinas ordovícicas del Grupo Santa Victoria. Aquí claramente queda expuesta la experiencia geológica de Helms al señalar que en un caso parecían más antigua las capas rojas pero se debía a la relación por falla ya que más adelante quedaba demostrado el verdadero orden temporal de las capas.

Dice luego Helms que la unidad de arenisca roja puede ser seguida “hasta tres millas antes de alcanzar Guayaca, luego es aplanada y prominente, se levantan montañas de esquistos grises simples que contienen abundante hierro. Esas cadenas de montañas pueden ser seguidas hasta una milla y media de Guayaca donde ella está cubierta por una potente capa de carbonato que es margosa en la superficie y contiene abundante natrón” („Bis drey Meilen vor Guayaca strich noch immer das rothe Steingebirge fort, als dann verflächt es sich, und statt dessen steigt ein mächtiges, einfaches graues Thonschiefergebirge in die Höhe, das sehr eisenschüssig ist, und setzt fort bis anderthalbe Meilen vor Guayaca, wo es mit einem mächtigen Kalklager überdeckt, oberflächlich aber mergelartig und stark mit Natrum angeschossen ist.“; p. 52-53). Probablemente la „potente capa de carbonato“ sea la Formación Yacoraita que pudo haberla alcanzado en el cordón de los Siete Hermanos, antes de internarse en Bolivia.

Finalmente ingresa en lo que hoy es territorio boliviano y se detiene hablar de las “pizarras arcillosas con venas de cuarzo aurífero”, que sabemos tienen edad ordovícica. Describe vetas de varios minerales como “yellow-copper ore” (calcopirita), “lead-ore” (galena) y “iron-spath” (siderita). Luego analiza los placeres auríferos modernos y también los placeres fósiles (próximos a Cotagaita), estos últimos capas aluviales elevadas que descansan sobre las pizarras ordovícicas (“resting on the base of argillaceous slate”). Al llegar a Caiza describe y hace una muy interesante interpretación genética de fuentes termales con alumbre. Nueve millas antes de llegar a Potosí declaró su sorpresa al comprobar que las cumbres nevadas más altas están cubiertas con un vistoso y grueso estrato de clastos ganíticos redondeados por la acción de las aguas. Es en ese momento que se pregunta cómo pudieron esas masas de granito haber sido depositadas allí, teniendo en cuenta que la pendiente es desde Potosí hacia el Tucumán y precisamente los granitos están hacia esta última región y las capas de pizarras arcillosas (ordovícico) en sentido contrario. Esto le sirve para abordar el tema de un diluvio general (dice “General Deluge”, y debe recordarse que profesaba el catolicismo a diferencia de los otros miembros de la Misión del Barón de Nordenflycht que eran protestantes) o de alguna otra revolución posterior de la naturaleza. Como él no tiene una respuesta deja escrita una frase elegante: “La solución de esta cuestión yo se la dejo planteada a los naturalistas sistemáticos y a los geólogos (“geologist”, 1806, p. 42). Tal vez sea esta la primera vez que la palabra geólogo es usada en su sentido moderno en un escrito colonial.

Conclusiones

El diario del viajero alemán A.Z. Helms representa una fuente primera y original a las observaciones geológicas y mineras en Argentina y sur de Bolivia, desconocido para la mayoría de los investigadores. El trabajo en alemán de 1798 fue traducido al inglés (1806) y al francés (1812) pero no al español, por lo que permaneció desconocido en los países que él recorrió y describió (Argentina, Bolivia y Perú). El trabajo de Helms es el primero de un profesional de las ciencias geológicas y mineralógicas realizado en la República Argentina. Se anticipó casi un siglo a las observaciones de Alfred Stelzner, considerado con justicia el padre de la Geología Argentina y en unos 30 años a Alcides D’Orbigny, el sabio francés considerado como uno de los padres de

la Geología boliviana. Helms describe por primera vez rocas ígneas, rocas sedimentarias, rocas metamórficas, discordancias, fallas, placeres aluviales, especies minerales, menas minerales, procesos genéticos (evaporitas) y cuestiones tectónicas en un sentido moderno.

Agradecimientos: Se agradece muy especialmente al Prof. Dr. Florencio Gilberto Aceñolaza por la invitación a participar en este volumen y los valiosos intercambios de información sobre la historia de la geología argentina. También al Prof. Dr. Mario Hünicken, por sus interesantes observaciones y por habernos incentivado a publicar una versión preliminar de este trabajo en el año 2000. En igual sentido agradecemos al Prof. Dr. Hubert Miller, quién nos incentivó a escribir una versión inglesa en 2005. Discusiones sobre el texto alemán original fueron sostenidas con los doctores Dieter Wolf y Karl-Armin Tröger, ambos de Freiberg, y Manfred Strecker de Potsdam.

Bibliografía

- Aceñolaza, F.G., 1998. Los estudios geológicos en la historia de Tucumán. In: Gianfrancisco, M., et al., eds. Geología de Tucumán. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán, pp. 11-19, 2da. Edición. Tucumán.
- Alonso, R.N., 1995. Diccionario Minero. CSIC, 263 p. Madrid.
- Alonso, R.N., 1998. „El viaje de Mister Helms“. El Tribuno, Opinión, 18-5-98, pp. 26-27. Salta.
- Alonso, R.N., 1999. Viajeros por Salta. El Tribuno, Opinión, 4-10-99, pp. 26-27. Salta.
- Alonso, R.N., 2000. Las observaciones geológicas de A.Z. Helms (1789) en el interior de la República Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Boletín, Tomo 64, pp. 349-353. Córdoba.
- Alonso, R.N., 2005. Los Antiguos Mineros. Ensayos para una Historia de la Minería de Hispanoamérica. Crisol Ediciones, ISBN 987-1209-11-9, 168 p. Salta.
- Alonso, R.N. y Egenhoff, S.O., 2005. *The first geological observations in Argentina and southern Bolivia: The diary of Anton Zacharias Helms (1788/1789)*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 236 (1/2), 1-17, Mai, Stuttgart.
- Babini, J., 1986. Historia de la ciencia en la Argentina. Ediciones Solar, 273 p. Buenos Aires.
- Camacho, H.H., 1971. Las ciencias naturales en la Universidad de Buenos Aires. Estudio Histórico. EUDEBA, 150 p., Buenos Aires.
- Gicklhorn, R., 1963. Nordenflicht und die deutschen Bergleute in Peru. Freiburger Forschh., D 40: 1-200
- Helms, Anton Zacharias, 1798. Tagebusch einer Reise durch Peru, von Buenos Ayres an dem grossen Platastufte, über Potosí nach Lima, der Haptstadt des Ronigreiches Peru. Dresden, Waltherrischen Losbuchhandlung, 300 p.
- Helms, A.Z., 1806. Travels from Buenos Ayres by Potosí, to Lima. Printed for Richard Phillips. 92 p., London (se trata de la primera edición inglesa)
- Helms, A.Z., 1807. Travels from Buenos Ayres by Potosí, to Lima. Printed for Richard Phillips. 92 p., London (segunda edición inglesa).
- Helms, A.Z., 1812. Voyage dans l'Amérique méridionales, commençant par Buenos-Ayres et Potosí jusqu'à á Lima. Galignani. Paris.
- Henze, D., 1978. Enziklopädie der Entdecker und Erforscher der Erde. Graz: Akad. Druck-u. Verlanst., 4 T; Tomo 2 (1983), letras D-J, 728 p.
- Maffei, D.E. y Rua Figueroa, D., 1871. Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares. 2 tomos; TI. 529 p., TII. 623 p. Madrid.
- Ovando Sanz, G., 1975. La Academia de Minas de Potosí (1757-1970). Academia Boliviana de la

- Historia. Edición Banco Central de Bolivia, 157 p. La Paz.
- Santos Gómez, S., 1983. Bibliografía de viajeros a la Argentina. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2 tomos. 650 p. Buenos Aires.
- Turner, J.C.M., 1970. Historia de la Geología del Noroeste Argentino. Primer Congreso Argentino de Historia de la Ciencia. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, T. 48, Entregas 1-4, pp. 495-512. Córdoba.