

Una historia de la tierra: evolución del espacio físico del estado Táchira

Samir A. Sánchez*
[expartproject@gmail.com]
Universidad Católica del Táchira, UCAT
San Cristóbal, Venezuela

Resumen

El presente estudio está enmarcado en un proceso descriptivo teórico sobre geología, historia, pedagogía y utopía. Se centra, desde una perspectiva local-regional, en la exposición didáctica geológico temporal de 4600 millones de años de evolución del espacio tachirenses, pero sin perder el horizonte de la temporalidad filosófica del sujeto que conoce. Esto es, dimensionar el tiempo vivido por la conciencia como un presente, que permite enlazar con el pasado y el futuro. Intenta ser un punto de partida para teorizar sobre la inmemorial y estrecha relación cognitiva persona-tierra-cosmos, en una época de encrucijada histórica para nuestra civilización.

Palabras clave: Táchira, geología, ambiente, fisiografía, pedagogía.

Abstract

A history of the native land: evolution of the physical space of the Táchira state

The work is a theoretical descriptive study about geology, history, pedagogy and utopia, important to seek a critical understanding of regional geologic time, or scale, that covers Táchira State's entire geologic history from its origin to the present. This study assesses how the geologic past conditioning the present, but without losing the horizon of the philosophical temporality of human being like cognitive subject. This is dimensioning and linking its time lived with the past and the future. Starting point to theorize about the immemorial and close cognitive relationship Person-Earth-Cosmos, in a historic and decisive moment for our civilization.

Keywords: Táchira, geology, environment, physiography, pedagogy.

Recibido: abril 2020
Aprobado: mayo 2020

* Doctorado en Filosofía y Letras, Universidad de Deusto, Bilbao, Euskal Herria, España, 2002.
Profesor invitado Maestría Arquitectura, Universidad Nacional Experimental del Táchira, UNET.

Introducción

El estudio secuencial, esquemático, sobre los cambios que ha experimentado el territorio tachirense, su geodinámica, así como de las interacciones que se han dado entre sus sistemas físicos, químicos y biológicos, durante 4.600 millones de años de historia geológica, es un área del conocimiento que no está presente en los programas escolares ni universitarios estatales. Síntoma de un divorcio entre teoría y práctica, entre la educación secundaria y la universitaria. Un vacío cognitivo que sólo conlleva a un estado de ignorancia supina que silencia el saber dialéctico entre el tachirense actual y su entorno geográfico o espacio vital, al desasociar la realidad de la idealidad, la experiencia del pensamiento, y con ello su temporalidad.

De allí que se proponga este ensayo descriptivo teórico, conciso y sucinto, de historia geológica -geocronología- desde una perspectiva del hecho local o regional, organizando sistemáticamente los diversos temas de dicha disciplina e interdisciplinarios, concatenándolos en un aparato crítico selectivo -al no poder ser exhaustivo- sobre las investigaciones y publicaciones especializadas que, relacionadas con los temas, exponen datos específicos geológicos, cosmológicos, físicos, químicos y ambientales o del contexto general de las ciencias especializadas, por cuanto resulta en desgastamiento, y en extremos, fatuo, cualquier intento por construir el conocimiento sin tener unas bases teóricas.

Su sometimiento a un proceso compilatorio y de tamización e integración en explicaciones sustantivas a partir de enunciados legaliformes¹ y supuestos simplificados, permite la conformación de un horizonte de conjunto, relacionando las estructuras del subsuelo con la topografía y paleoecología desde un dinámico y convulso pasado formativo hasta el ambiente hospitalario del presente.

Un todo ordenado con un objetivo primordial: entregar un instrumento de trabajo educativo para quienes necesiten disponer, de forma expedita, de un dato exacto o de una exposición concreta -que en múltiples obras y con dispersión de esfuerzos se consigue sólo como ínfimo o difuso apartado dentro de un enfoque nacional- sobre lo que se conoce y se ha podido reconstruir de la historia geológica del estado Táchira, de sus interacciones sistemáticas en lo físico, químico y biológico.

Sobre ellos se proyecta un análisis crítico, comparativo e hipotético, pero desde un horizonte humanista y formativo de conciencia sobre la temporalidad del tachirense del presente. Esta temporalidad se entiende como el tiempo vivido por la conciencia como un presente, que permite enlazar con el pasado y el futuro; hecho que puede ser estudiado desde el método del pensamiento filosófico occidental de experimentación mental -progresista- de posibilidades, la utopía. José del Rey Fajardo lo delimita y sintetiza: “En la Utopía la geografía no es un lugar, pero es el espacio. [...] y el topos es una tensión que mira al futuro, pues, las culturas que permanecen prisioneras del presente tiene el peligro de retroceder rápidamente al pasado”².

Los datos, aquí expuestos, fueron orientados desde tres propósitos o presupuestos. El *primero*, a partir de los fundamentos teóricos que se exponen, entendidos como artificios de observación, despertar la curiosidad en el lector por conocer todo fenómeno geológico que le rodea -planteado desde lo local, nacional, planetario o cósmico- a través de un intercambio

¹ El adjetivo *legaliforme* que se explica como un asunto conforme o adaptado a la ley, parte de la definición que se le da al sustantivo *ley* en el campo de la investigación científica. Una ley científica es cualquier hipótesis planteada, de determinada clase, cuyo objetivo principal es el descubrimiento de esquemas o estructuras que permita condensar nuestro conocimiento de lo actual y lo posible. Cf. (entre otros) Bunge, Mario. *La investigación científica, su estrategia y filosofía*. Editorial Ariel, S. A., Barcelona, 1973, p. 334.

² Del Rey Fajardo, José, S.J. *Una utopía sofocada: Reducciones jesuíticas en la Orinoquia*, Universidad Católica del Táchira-Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, 1998, p. 46.

entre su entorno geográfico, entendido como el objeto físico o entidad concreta, y él, entendido como el sujeto conocedor. Este intercambio producirá un nuevo fenómeno cognoscible que, sin soslayar lo cuestionable, le permitirá por igual interrogarse acerca de sí mismo y del mundo que le rodea.

El *segundo*, plantear argumentos, en lo posible, sobre algunas interrogantes que, como ejercicio intelectual, se puede formular un docente, un investigador, un estudiante o el común en su constante búsqueda de respuestas certeras de hechos observables, como pueden ser las siguientes: ¿cómo se formaron los 11.100 km² de la litosfera continental suramericana, que conforman la fisiografía del estado Táchira? ¿por qué la altura de nuestras montañas es tan modesta en comparación con los montes gigantes andinos suramericanos? ¿por qué las aguas de la Machirí y el Torbes son rojas? ¿cómo se formó la montaña más alta del Táchira? o ¿por qué se encontraron arcosaurios en el sitio de La Quinta (La Grita)?

El *tercero*, para la actual época, donde el uso de los dispositivos de alta tecnología, a la par que sus beneficios, lentifican en docentes y alumnos los procesos constructivos mentales de imaginación, creatividad, curiosidad, inducción, deducción y de resolución de problemas, se busca hacer de este ensayo un instrumento didáctico, como presentación orgánica del conocimiento, desde un orden coherente y un lenguaje escolar preciso y sobrio, para la mejor comprensión de los conceptos básicos expresados, en específico de los geológicos y mineralógicos. Que comprometa al intelectual y al estudiante en una aventura de investigación, problematizando su realidad geográfica y su temporalidad, activando su imaginación al recrear las escenas geotemporales descritas y sometiendo a investigación crítica todas las teorías y soluciones propuestas. Acciones éstas que no se plantean como innovadoras por cuanto derivan de un retornar a las fuentes originales del método pedagógico y expositivo de la escolástica del siglo XIII, el cual, según lo explicara Felicísimo Martínez:

Fue una etapa fecunda y arriesgada en buscar una mayor precisión en la aproximación de la investigación de la verdad y en la exposición de la misma [...] allí, el maestro estimula y despierta la capacidad crítica del alumno haciendo que éste experimente la necesidad de una solución personal. Se recoge aquí uno de los sentidos de la palabra “educación”, *educare*, es decir, sacar al alumno, estimular alumno para que sea él mismo el que vaya descubriendo personalmente la verdad desde dentro de su propio espíritu. Aquí se pone de manifiesto la capacidad inventiva y renovadora de la Escolástica. Nada más distante del dogmatismo y el tradicionalismo con los que normalmente se censura a la Escuela³.

De esta forma se espera que el manejo referencial y la posibilidad de una ulterior utilización más profunda de este instrumento de trabajo, el cual es susceptible a una discusión, rectificación y revisión de métodos y enfoques, por cuanto la esencia de la ciencia es que se autocorrije⁴. Que cumpla la función de ser un punto referencial de partida para que el lector amplíe y profundice, un poco más, en el entendimiento de la singular geografía vital que nos rodea, de todo lo que fue, lo que es o lo que será alguna vez, esta parte nuestra de la casa común⁵, esta heredad de la superficie del planeta tierra, en la orilla de un océano cósmico⁶.

³ Martínez, Díez, Felicísimo, O.P. *La Escolástica y su aporte metodológico*. Universidad Católica del Táchira, San Cristóbal, 1984, pp. 40 y 69.

⁴ Sagan, Carl. *Cosmos*, Editorial Planeta, Barcelona, 1987, p. XIV.

⁵ ««Laudato si’, mi’ Signore» – «Alabado seas, mi Señor», cantaba san Francisco de Asís. En ese hermoso cántico nos recordaba que nuestra casa común es también como una hermana, con la cual compartimos la existencia, y como una madre bella que nos acoge entre sus brazos: «Alabado seas, mi Señor, por la hermana nuestra madre tierra, la cual nos sustenta, y gobierna y produce diversos frutos con coloridas flores y hierba»». Francisco, *Carta Encíclica Laudato Si’ sobre el cuidado de la casa común*. Ciudad del Vaticano-Roma, 2015, p. 3.

⁶ Sagan, Carl. *Cosmos*, Editorial Planeta, Barcelona, 1987, pp. 32 y 103.

Sobre los estudios geológico-temporales tachirenses

Los estudios geológicos de superficie, geomorfológicos y paleo-biogeográficos del estado Táchira resultan, en gran medida, de tipo conjeturable. Esto significa que los mismos están planteados a través de hipótesis, partiendo de datos empíricos disponibles, debido a la dificultad de identificar y datar de forma exacta todos los eventos geogénicos -desde el precámbrico hasta el período cuaternario- que se sucedieron en el territorio objeto de estudio y los cuales dejaron relieves con una topografía en extremo quebrada, con vertientes con alta pendiente, valles profundos y estrechos, bolsones semiáridos, abiertas depresiones, planicies o tierras llanas, alturas sostenidas y áreas de páramo. Un todo montañoso que comprende el 65% de la superficie estatal, si bien interrumpido por una amplia depresión topográfica y estructural; el 15% de territorio es ocupado por el piedemonte andino, y las planicies lacustres con drenaje hacia el lago de Maracaibo y fluviales hacia el río Orinoco, un 20%⁷.

Así, cualquier intento por fijar datos crono-estratigráficos, por parte de los geocientíficos, resulta en extremo complicado por lo complejo del relieve, en su perfil aflorante⁸. Movimientos tectónicos orogénicos, epirogénicos y/o dictiogénicos, así como el metamorfismo que se ha producido en millones de años, han desplazado las primitivas estructuras basales o de basamento; distorsionado las direcciones y perfiles de las estructuras sedimentarias continentales y marinas, y han hecho que antiguas capas metamórficas, ígneas o de los mismos sedimentos, se fracturen o plieguen quedando en cabalgamiento o superpuestas sobre nuevas o más recientes, de forma concordante o discordante, una y otra vez, creando un verdadero rompecabezas geológico. A esto se le debe agregar la presencia de algunas bioturbaciones producidas en paleoclimatologías que han alterado la disposición o composición de los sedimentos originales, convertidos en roca.

Todo lo anterior no se ha visto empíricamente, sólo se imagina a través de modelos teóricos contrastados con la observación y el análisis comparativo con fenómenos naturales similares que ocurrieron en el pasado inmediato o en el presente, así como el registro e interpretación de las formas, estructuración y disposición del relieve, de los sedimentos, yacimientos, rocas y minerales, entre otros, desde diferentes escalas espaciales, en un rango que va desde lo microscópico hasta lo planetario. Un todo estudiado desde los campos de los estudios físico geológicos, los cuales examinan la naturaleza del planeta Tierra en su Estado actual y los histórico geológicos, que examina los cambios que se han sucedido en la Tierra a través del tiempo.

No obstante, esta realidad no resulta un obstáculo para plantear y replantear diferentes hipótesis y teorías a partir de las evidencias y cronologías absolutas de los eones, eras, períodos y épocas, reconstruibles por las evidencias y por el cálculo de los diferentes tiempos medios de desintegración radioactiva, que van siendo encontrados por los especialistas en el campo de los conocimientos geológicos y mineralógicos. Los mismos permiten ir completando y ordenando, el fragmentado rompecabezas de la historia geológica regional.

⁷ Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. *Plano fisiográfico del estado Táchira*. Primera edición. Hipsometría según la NASA y Modelo Digital de Elevación (DTM) del Instituto Geográfico de Venezuela, Caracas, 2010.

⁸ *Mapa Geológico de la República de Venezuela*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, Caracas, Ampliación de los Andes, escala 1:3 000 000, Caracas, 1969.

Precámbrico [entre 4.600 y 541≈ millones de años]***Orígenes del espacio tachirensis***

Si algo es concluyente para los especialistas en las disciplinas propias o afines a la geología, hasta el presente, en relación con la formación de cordillera andina tachirensis sobre la superficie del planeta, es el hecho que la misma está unida en un origen común con la geodinámica de la cordillera de los Andes suramericanos. Por ello, toda explicación sobre el origen de estos andes tachirenses, en la escala de tiempo geológico⁹, es fijada –por convención– a partir del eón *proterozoico* (entre 2.500 y 541≈ millones de años), con el surgimiento de un proto-supercontinente y de las primeras formas de vida multicelulares en los mares. De esta época data la más antigua depresión topográfica de la Tierra, conocida hasta la fecha, producto del impacto de un meteorito gigante sobre su superficie. Data de 2.230≈ millones de años atrás y se encuentra en el occidente de Australia, siendo documentada por primera vez en 2003 con la denominación de "Cráter Yarrabubba"¹⁰. Se calcula que la energía liberada en el momento del impacto que lo produjo, le puso término a una edad de hielo que envolvía o cubría la superficie de todo el planeta, al cambiar las condiciones tanto de la paleo-atmósfera como del paleoclima y activar, con el choque, fuertes movimientos de probable equilibrio isostáticos entre el magma y los componentes rocosos de la corteza terrestre.

En ese tiempo, el esbozo que daría principio al desarrollo del espacio de las futuras tierras del Táchira, permanecía como parte de una corteza oceánica, una fosa y fondo marino que se formó como un basamento de estratos de rocas ígneas y grandes masas graníticas o meta-granodioritas. El grosor del mismo se fue incrementando, por litificación, al recibir –a través de abanicos o taludes cónicos submarinos profundos– capas de sedimentos que provenían del modelado y remodelado, por meteorización o erosión, de la estéril y aún sin vegetación área costera occidental de una masa protocontinental, única, conocida en geología como *Pangea I*¹¹ (de la palabra griega que significa ‘todas las tierras’). El vasto mar precámbrico que la rodeaba se ha denominado *panthalassa* (del griego ‘todos los mares’) y era poblado por algunas formas de vida marina primitiva, que no dejaron huella o no se fosilizaron por no poseer aún caparazones exteriores duras.

Pangea I, debido al desplazamiento del fondo oceánico, transgresiones y regresiones marinas, así como por las fuerzas tectónicas explicadas por la teoría de la deriva continental, a lo largo de millones de años, se fue fracturando y separando en varios subcontinentes que, por igual en un lapso de millones de años, se volvieron a unir y separar, en un ciclo conocido como “Ciclo de Wilson”¹². Esto es, fases periódicas de formación y destrucción de supercontinentes que se calcula suceden entre 100 y 600≈ millones de años cada vez. La más reciente o última conformación de un supercontinente es el conocido como *Pangea II*¹³.

Esta única y gran extensión de tierra o superficie seca, se encontraba formada por extensas series de estratos ígneos, metamórficos y sedimentarios, como gneis, esquistos, pizarras, cuarcitas y calizas cristalinas, basaltos (eruptivos), rocas ígneas escasamente alteradas y rocas sedimentarias que contenían muy pocas señales sobre la presencia de organismos vivos, por cuanto sólo será hasta la denominada explosión vital del *cámbrico*¹⁴, entre 541 y 485≈ millones de años, cuando se dé una intensa proliferación de diversas formas de vida marina. Siendo el

⁹ Geologic Time. Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

¹⁰ British Broadcasting Corporation (BBC). Earth's oldest asteroid impact 'may have ended ice age'. BBC News. 22 January 2020. <https://www.bbc.com/news/world-australia-51201168>

¹¹ Pangea. Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

¹² *Ibidem*.

¹³ Flynn, J. Digging into the past, *National Geographic*, vol 198, N° 2, August, 2000, p. 46-51.

¹⁴ Sagan, Carl. *Cosmos*, pp. 32 y 103.

origen de los primeros peces y los primeros vertebrados, así como de las primeras formas que se adaptaron a una atmósfera superficial oxidante, siendo el caso de las más primitivas especies de plantas quienes, al adaptar su proceso de fotosíntesis a la luz solar directa sobre la superficie terrestre, abandonaron el mar y comenzaron a poblar la Tierra.

Continuando con la secuencia de las derivas del ciclo de Wilson, en un momento determinado la profundidad abismal del talud continental donde se formaba la base de la estructura jerárquica geológica de las tierras del Táchira, fue alterada por la incrustación de otros basamentos que provenían del norte del planeta, fraccionándose el manto basal sedimentario y elevándose, pero sin sobresalir sobre del nivel del mar. Los geólogos consideran que este paroxismo fue producto o efecto secundario de una colisión frontal entre dos grandes bloques, el continental norteamericano y el continental suramericano, en específico con el escudo guayanés, catástrofe ocurrido entre 1.200 y 800≈ millones de años, conociéndose este hecho como la colisión orogénica Orinoco-Grenville¹⁵

Fanerozoico [eón, 541 millones de años ≈ hasta el presente]

Paleozoico [era, entre 541≈ y 251≈ millones de años]

La última unión supercontinental, más próxima al presente, permaneció hasta finales de la era Paleozoica, en el *pérmico*, entre 299 y 252≈ de millones de años. Con ella, diastrofismos de lentas pero poderosas nuevas fuerzas tectónicas y enormes presiones verticales internas, que provenían de las profundidades de los mantos inferior y superior de la tierra, provocaron la desaparición de más del 96%¹⁶ de formas de vida marina, debido a una probable alteración, desviación o bloqueo de las corrientes de convección oceánicas¹⁷, y 70% de formas de vida terrestre de un único continente, por una mega-erupción volcánica en lo que conformaría a Laurasia (actual Siberia) la cual, calculan los especialistas, tuvo una duración estimada de 700.000≈ años. Por igual en esta era se dio una rápida evolución y diversificación de los reptiles, y una nueva separación y deriva continental.

Esta gran desaparición global, fue la tercera más grande en su historia evolutiva. La primera ocurrió hace 450≈ millones de años, en el período ordovícico [entre 485 y 443≈ millones de años], desapareciendo alrededor de un 85% de plantas y animales marinos, por cuanto aún no habían poblado la superficie de la tierra. La segunda gran extinción ocurrió en el período devónico [entre 419 y 359≈ millones de años], perdiéndose un 82% de todas las especies que vivían en los mares y de aquellas que ya se encontraban en la superficie terrestre¹⁸.

Así, al retornar el enfoque hacia la historia geológica tachirensis, se encuentra que las presiones internas iniciaron un proceso de empuje de la litósfera, corteza o placa terrestre de rocas ígneas, metamórficas y de sedimentos litificados precámbricos, a partir del fondo marino, elevándolo en bloques fracturados hasta crear pilares tectónicos –horsts- y fosas –grabens¹⁹- con una superficie de crestas irregulares sobre el nivel del mar, de escasa altura, en una sucesión de pliegues (arrugas) y dobleces, las cuales dieron forma a la primera tierra seca de la corteza terrestre andina tachirensis frente a costas continentales.

¹⁵ Cediél, F., Shaw, R. P., & Cáceres, C. Tectonic Assembly of the Northern Andean Block. En C. Bartolini, R. T. Buffler, & J. F. Blickweide (Eds.), *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon Habitats, Basin Formation, and Plate Tectonics*, AAPG Memoir 79 (Vol. 79, pp. p. 815-848). AAPG, 2003.

¹⁶ Extinction (biology). Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

¹⁷ British Broadcasting Corporation (BBC). “El apocalipsis volcánico que casi acabó con la vida en la Tierra”, *BBC Mundo* (redacción), 1 de enero de 2016. Disponible en:

https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/151230_ciencia_apocalipsis_volcanico_extincion_masiva_calentamiento_aw

¹⁸ Extinction (biology). Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

¹⁹ Herder Lexicon. *Geologie und Mineralogie*. Verlag Herder KG. Freiburg im Breisgau, 1972, p. 105.

Yacimientos cupríferos y auríferos

A su vez, paroxismos continentales producto del movimiento de masas ígneas o magmáticas, fusionadas por el calor del interior del planeta o el denominado 'fluido térmico interno', continuaron presionando hacia arriba esa primitiva superficie hasta fracturarla y emerger, por intrusión o por superposición, sobre las rocas ígneas y las sedimentarias marinas precámbricas, que habían emergido con anterioridad. Con esta caótica acción, se daba por igual la emersión de metales pesados como el oro, el cobre, la plata, el estaño, el platino o el hierro, que se encontraban en estado líquido en el manto superior del planeta, los cuales habían llegado allí, desde el espacio, por las múltiples colisiones de meteoritos en los orígenes de la tierra, hace 4.600≈ millones de años, convirtiéndose en líquidos por la energía liberada en los impactos y hundiéndose, por su peso en el manto superior, hasta que emergieron quedando en yacimientos primarios a ras de la superficie o atrapados y solidificados en vetas casi verticales, de la joven corteza terrestre.

En este apartado, y remitiéndonos a la cosmología como una parte fundamental de la física contemporánea, resulta importante acotar que, según los modelos teóricos de estructura estelar, los metales pesados como el oro, la plata, hierro, níquel y cobre, entre otros, se formaron o bien por el choque de dos estrellas de neutrones, algo poco frecuente, o bien en el colapso gravitacional del núcleo de una estrella súper-gigante y su posterior desintegración, explosiva, en la última etapa de su vida, hecho conocido como *supernova*. En ambos, la extrema radiación destructiva, así como la materia o masa expulsada, en una onda de choque expansiva activaron los procesos gravitacionales moleculares, por ionización, de una nube de gas y polvo, inerte, que se encontraba a su paso, la cual comenzó a disociar sus moléculas, a comprimirse y a rotar alrededor de un eje. De esta forma reunió todas las partículas dispersas, por atracción gravitacional y acreción, a partir de la concentración de ese polvo cósmico y gas más la materia expulsada por la supernova, dando origen al sistema solar.

La materia y gases que no fueron atraídos o consumidos por el sol o por el planeta Júpiter en su formación, originaron a su vez la nube de Oort, el cinturón de Kuiper, el cinturón de asteroides y masas mayores como los planetas gaseosos y rocosos, entre ellos la tierra. Así, posterior a la conformación inicial del planeta tierra, y encontrándose aún éste en estado líquido, por el intenso calor que generaba la gravedad y la elevada velocidad de rotación en disco, los metales pesados se hundieron y se concentraron como líquidos en el núcleo terrestre, a una distancia inaccesible para los seres humanos del presente, y los silicatos más ligeros quedaron en las capas superficiales.

De allí que los únicos metales pesados, solidificados, que se han encontrado o puedan encontrar sobre la superficie o corteza terrestre, fueron depositados por los meteoritos, en especial durante un proceso conocido por los astrónomos como "bombardeo intenso tardío", hace 4.100≈ millones de años, en el período geológico denominado, de manera informal, como eón hádico o hadeano (por "Hades", hijo del tiempo, "Cronos" y de la tierra, "Rea o Cibeles" en la mitología clásica). Huellas de este lapso de bombardeo estelar permanecen y aún son evidentes sobre la superficie lunar, a simple vista.

Este es el origen de los yacimientos metalíferos que se han encontrado en el estado Táchira, los cuales fueron removidos de sus yacimientos originarios –hipogénico o singenético– y arrastrados hasta su ubicación actual como yacimientos sedimentarios, por los efectos de la erosión o transformaciones de la superficie continental. Las primeras descripciones de estos yacimientos se inician con las vetas de cobre con fragmentos de plata, en la época colonial española, ubicados en el valle de San Bartolomé (El Cobre, municipio Vargas), en Santa Filomena y en la Mesa de los Seborucos (Seboruco, municipio Seboruco). Como se expuso,

este mineral cuprífero resultó del tipo *red bed*, originado por denudación fluvial o erosión y arrastre de yacimientos primarios en la superficie de un proto-continente, cuyos depósitos quedaron fijados o encapsulados entre las formaciones geológicas de La Quinta (producto de sedimentos de origen continental) y Río Negro (sedimentos de origen clástico).

Las primeras referencias documentales que se tiene sobre los depósitos de cobre datan de 1607, cuando el visitador de minas Diego Villanueva y Gibaja, informa al rey Felipe III de España que, durante su estadía en la ciudad de La Grita y su jurisdicción, conoció en el valle de San Bartolomé:

Unas minas, las cuales son de plancha líquida de 2, 3, 4 y hasta 12 arrobas sin ningún género de mixtura de tierra, en forma de pedrera [similar a una cantera] con un género de piedra azul en las partes cóncavas de dichas planchas, menesterosa a los pintores, que es cosa de interés²⁰.

Por igual, y para 1832, el gobernador de la provincia de Mérida, la cual incluía aún el territorio jurisdiccional del estado Táchira, el señor Juan de Dios Picón, en una descripción geográfica de la provincia, al referirse al cantón de La Grita, especificaba:

Tiene algunas minas de cobre, de donde se extrae un grano de un azul celeste muy hermoso, llamado 'azul de La Grita', y otro de la misma clase de color verde, de los que se usan regularmente para la pintura al fresco. Estas minas son abundantes, pero no se trabajan²¹.

Los colores descritos en las menas o vetas de cobre, responden a su vez a minerales originados por la oxidación o acción corrosiva del aire y el agua sobre el metal cobre, bien sea por exposición directa de los filones o vetas, o por filtraciones hacia el interior de las mismas, creando carbonatos de cobre básicos como la azurita $[\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$, que es un mineral metálico o secundario de cobre de color azul y la malaquita $[\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2]$, de color verde. Estos carbonatos, triturados o molidos hasta obtener una forma muy menuda, se utilizaban como pigmentos o material colorante para las paletas de los pintores académicos o espontáneos y se caracterizaban por la intensidad y pureza del color que transmitían a las imágenes o escenas pintadas.

Estudios más recientes²² identificaron en los yacimientos de El Cobre y Seboruco la presencia de silicatos de cobre hidratados como la crisocola $[(\text{Cu}, \text{Al})_4\text{H}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10} \cdot n\text{H}_2\text{O}]$, un mineral (que también se forma a partir del aluminio) con un tono de color entre azul y verde, intenso, que se encuentra incrustado en las cavidades de las vetas o filones. El cobre silíceo o hidrosilicato de cobre, era conocido y empleado desde la antigüedad clásica como una sustancia que servía para soldar el oro. De allí su etimología griega: *chrysos*, oro y *kolla*, pegamento.

En 1613, el cronista de Indias, fray Pedro Simón O.F.M estuvo estas minas y las describió en los siguientes términos, si bien no conocía en su momento la naturaleza de las mismas, que al ser de depósitos sedimentarios podían hallarse y acabarse al poco tiempo. Al finalizar el relato, dejó un consejo para la administración pública de su tiempo, el cual no fue oído:

La Grita [...] tiene minas en todo su circuito de finísimo oro; de plata, hasta hoy no sé que se hayan hallado; pero de cobre se hallaron unas en las cabeceras del valle de San Bartolomé, tan maravillosas, que estaba el cobre fundido

²⁰ Sánchez, Samir A. *Diccionario de Topónimos Históricos del estado Táchira*. Biblioteca de Autores y Temas Tachirenses, N° 207, San Cristóbal, 2018, pp. 140, 153, 245, 258, 282 y 364. Disponible en:

https://bitacorasamisan.blogspot.com/2019/11/diccionario-de-toponimos-historicos-del_15.html Consulta febrero 2020.

²¹ Febres Cordero, Tulio. *Obras completas*, ediciones del Banco Hipotecario de Occidente, San Cristóbal, tomo I, 1991, p. 162: Geografía, Política, Agrícola e Industrial de todos los lugares de que se compone la Provincia de Mérida de Venezuela, formada por el señor Juan de Dios Picón, siendo Gobernador Constitucional de ella en 1832.

²² Rodríguez, Simón. Génesis y mineralogía de los depósitos de cobre del Táchira nororiental, Venezuela (investigación preliminar). *Geología colombiana*, No. 15, 1986, pp. 177-184.

como si saliera del horno de la fundición, y esto en tan grandes planchas y pedazos, que se tenía por más dichoso el que lo hallaba en menores, porque no les estaba el partirlo lo que á los que lo llevaban en pedazos de diez y quince quintales, que fué una grosedad nunca vista, en especial de la suavidad que tiene, pues sin otra liga se labra. Hállase también cerca de la ciudad una mina de azul, abundante, bien fino y á propósito para pintores, de que ha abundado este Reino tanto como de las minas de cobre. En harta dificultad ha puesto el sacar en limpio la potísima y principal razón de haberse hallado aquí tanto y tan purificado cobre debajo de la tierra, en que yo no me enfrasco mucho, advirtiendo los incendios que hay debajo de la tierra, como sé en los volcanes, porque de esta suerte pudo haberse encendido en aquella parte, habiendo materia para ello y habiendo topado el fuego con metales de cobre haberlos derretido, y así quedar aquel cobre tan purificado. Y no será bien se quede sin advertir lo que sucedió con estas minas el año de seiscientos y trece, por ser de admiración y que confirma los mismos sucesos que ha habido con otras en otras partes, y fué que habiendo sacado de ésta unos pedazos de este cobre y llevándose á Castilla, según se dijo, y habiendo sacado del uno increíble cantidad de plata, fué bastante esta muestra y la certificación que se dio que era de estas minas, para que se le despachara cédula real al Gobernador de la Guayana, Sancho de Alquiza, para que viniendo á esta ciudad de La Grita en nombre del Rey, se echara sobre todas sus minas y en especial sobre las de cobre, y labrándolas por la cuenta y gastos reales, toda la grosedad que se prometía había de salir de ellas, según la muestra que había dado lo que se había fundido en la Corte, se metiese en la Real Caja; púsose esto en ejecución el año que hemos dicho de seiscientos y trece, con hartos gastos de negros y herramientas, con que abrió la mina del cobre diez estados en ancho y otros tantos en hondo; pero fué cosa maravillosa que hallándose el año anterior en la superficie de la tierra los pedazos de metal apurado que hemos dicho entonces, parece que se desapareció de manera que en todo el ancho y profundidad que decimos no se hallaron ocho arrobas en pedacitos pequeños y en fruslera, y la misma fortuna corrió en las demás minas de azul y oro y cosa que puso en admiración al Sancho de Alquiza y toda aquella tierra, y aun á mi no me puso en poca, que llegué á ella en este tiempo, y por vista de ojos conocí la verdad que esto tenía, y la que han tenido siempre casos semejantes, de haberse querido echar el Rey sobre gruesas minas, ó haberse armado pleitos de particulares sobre ellas, que de la noche á la mañana se han desaparecido, que parece quiere Dios que aquello que él descubre y da de gracia no aleguen los hombres ser suyo de justicia, y que los Reyes las dejen labrar y enriquecer con ellas á sus vasallos, pues son mayores sus riquezas cuando sus vasallos las tienen que cuando ellos solos las poseen²³.

Y, en julio de 1741, el viajero Miguel de Santistevan, quien hizo un recorrido por vía terrestre desde Lima hasta Caracas, a su paso por La Grita, escribió:

Aquí nos detuvimos el viernes 21 por ser preciso hacer nuevo fletamento de mulas, con cuya ocasión concurrí a la fundición de una campana que se hizo para la parroquia y me informaron que el cobre de ella se había sacado de una mina abundantísima de este metal que dista 3 ó 4 leguas de esta ciudad²⁴.

Más de cien años después, el metal cobre continuaba empleándose en la fundición de campanas para la región. Así, el 30 de diciembre de 1848, el cura párroco de Lobatera asentaba en el Libro de Bautismos de ese año:

Yo, el Pbro. Dr. José Amando Pérez, Cura Párroco de Lobatera, acompañado del Padre Manuel Fernando Ramírez Cura interino de Táriba, reunido con todo el pueblo, bendije la campana mayor de la Iglesia de Lobatera a la cual, siguiendo el Ritual Romano, nombre “Chiquinquirá”. Con un peso de ocho arrobas y un costo de ciento cuarenta pesos, fue fundida en un campo de la ciudad de La Grita llamado Seboruco por el Maestro Sr. Zeferino Contreras. Y la dono a la misma Iglesia el dicho Cura²⁵.

En lo referente a yacimientos de oro y plata, los mismos, en escasa proporción, se ubicaron en arenas auríferas fluviales de la antigua jurisdicción de la ciudad de La Grita, siendo el caso de las cabeceras de las quebradas Oropé, Oropito –siendo el origen de esos topónimos- y Carira, que provenían de algunas minas en las montañas de Umuquena, las cuales aún contaba

²³ Simón, Fray Pedro. *Noticias Historiales de la Conquista de Tierra Firme en las Indias Occidentales*, partes 2da y 3era, Casa editorial de Alejandro Medardo Rivas, Bogotá, 1892, pp. 254 y 255.

²⁴ Santistevan, Miguel de, *Viaje de Lima a Caracas (1740-1741)*, Fundación de Promoción Cultural Venezolana, Colección Viajes y Descripciones, Caracas, 1997, p. 134.

²⁵ Nota inserta al inicio de las actas de bautismo del día 30 de diciembre de 1848. Archivo Parroquial Eclesiástico de la parroquia de Nuestra Señora del Rosario Chiquinquirá, *Libro de Bautismos* 1848. Lobatera, estado Táchira.

con lavaderos de oro para 1840²⁶. Otros yacimientos auríferos se encontraron en el cerro La Mina, junto al río Quinimarí (municipio Córdoba), la sur de la ciudad de San Cristóbal²⁷.

Cumbres, páramos, montañas y macizos

En cuanto a la secuencia de la violencia de los movimientos telúricos acaecidos en el paleozoico, en lo regional, se puede apreciar en la actualidad en las capas litográficas testigo, homogéneas y masivas de rocas precámbricas en los páramos de Batallón²⁸, Sumusica, La Cimarronera, El Rosal y Viriguaca, en las elevadas cumbres montañosas de los municipios Jáuregui, Sucre, Miranda y Uribante. Relieve rocoso de altura que tuvo su origen en el manto superior de la tierra, como magma líquido. Posteriormente, fuerzas o presiones internas hicieron ascender este magma hasta el interior de la corteza terrestre, si bien a una gran profundidad de la misma, donde se fue enfriando y solidificando lentamente.

Lo dilatado de este proceso de enfriamiento, sin alteraciones, así como las fuertes presiones y altas temperaturas, permitieron que los componentes o cristales minerales de partes de ese magma alcanzaran una recristalización completa. Esto es adoptando, por efectos del geomagnetismo y el electromagnetismo de los minerales que lo conformaban, una disposición ordenada en gruesas bandas, diferenciadas y alternadas, de cristales de cuarzo y feldespato (que dan el color blanco o claro) y de otros componentes y minerales (como la mica o biotita, anfíbol, circón, magnetita, o esfeno, que dan el color gris oscuro). Estos estratos o bandas rocosas, clasificadas en geología como pertenecientes al grupo estratigráfico o complejo Iglesias²⁹, que se encontraban solidificadas, en horizontal, en el interior de la corteza terrestre como base de una masa protocontinental o corteza oceánica, al ser empujadas, elevarse y salir a la superficie, por los procesos de diastrofismo y orogénesis, quedaron formando un gneis granítico, del tipo ortogneis³⁰, alcanzando una fijación o posición con plano de buzamiento próximo a la vertical.

He aquí el origen de la arista rocosa o cresta del pico El Pulpito, a 3.912 m.s.n.m. entre los municipios Jáuregui y Uribante, la montaña y cumbre más alta del estado Táchira³¹, así como de las demás cumbres del páramo de Batallón y páramos circundantes de ese macizo montañoso³². Es importante acotar al hacer referencia a las máximas elevaciones, que la segunda montaña en altura está representada por la arista o cresta del macizo del Tamá³³, conocida como pico El Cobre, a 3.613 m.s.n.m. (municipio Córdoba)³⁴. La misma resulta en una formación joven, en comparación con El Pulpito. Su geomorfología es la de un gran anticlinal de pliegue angular, en forma de 'A'; esto es, con un plegamiento producido por enormes presiones laterales de tipo orogénicas, con un sentido longitudinal este-oeste.

²⁶ Cazabonne M., Christian. "Aspectos Geológicos Mineros" en *Estados de Venezuela. Táchira*. Publicación del Banco Mercantil y Agrícola, Cuaderno N° 6, Caracas, 1982, p. 48.

²⁷ Sánchez, Samir A. *Diccionario de Topónimos Históricos del estado Táchira*. pp. 140, 153, 245, 258, 282 y 364.

²⁸ Los ambientes naturales y la biodiversidad que se encuentra en esta área de alta montaña, están protegidos por la figura legal de Parque Nacional, con el nombre de "Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza (El Batallón y La Negra)", por decreto presidencial N° 2.716, de fecha 18 de enero de 1989, publicado en la Gaceta Oficial N° 34.148, de fecha 31 de enero de 1989.

²⁹ *Léxico estratigráfico de Venezuela*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, Caracas, 1970.

³⁰ Esto es, formados por presión a partir de rocas profundas. Gneiss. Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

³¹ Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. *Plano fisiográfico del estado Táchira* y Dirección de Cartografía Nacional, *Cartas topográficas y planimétricas del estado Táchira*, Ministerio de Obras Públicas, Caracas, 1983. Actualizaciones a través de la Oficina Nacional de Catastro del Ministerio de Agricultura y Cría. Escala 1:100 000. Hoja 5840.

³² Molina Yosel. Pico El Pulpito, la cima del Táchira a 3.942 m.s.n.m. *Revista Destino Andes*, edición 15, número 7, San Cristóbal, 2014, pp. 40-43.

³³ Los ambientes naturales y la singular biodiversidad que se encuentran en el macizo, están protegidas por la figura legal de Parque Nacional, con el nombre de "Parque Nacional El Tamá", por decreto presidencial N° 2.984, de fecha 12 de diciembre de 1978, publicado en la Gaceta Oficial N° 2.417 (extraordinaria), de fecha 7 de marzo de 1979.

³⁴ *Ibidem*.

Vino a ser el producto de una deformación y levantamiento tectónico de sólidas placas sedimentarias que se formaron en el fondo de primitivos estuarios, que se fracturaron y elevaron con los intensos paroxismos ocurridos en el cenozoico, entre el paleógeno y neógeno [65 y 2,6 millones de años], coincidiendo en tiempo, estos movimientos, con la elevación definitiva de las montañas andinas tachirenses y con la formación del istmo centroamericano (formación geológica de tipo puente que une las masas continentales de Norteamérica y Suramérica) hace 5,5 a 3 millones de años. El Cobre, con un relieve de pendiente muy abrupto en su flanco norte, a barlovento y con abundante nubosidad y humedad, por lo que en sus cabeceras se origina el caudaloso río Frío tributario del Quinimarí y este del río Uribante, y más suave en su flanco sur, a sotavento.

El último flanco descrito se corresponde con la formación geológica conocida como Hoya de la Laguna y Boquerón del Oirá³⁵, espacio que posee una morfología de abrasión, propia de una serie glaciar, el cual es caracterizado por el efecto local Foehn de aires cálidos y escasa humedad. Asimismo, el macizo que sirve de base al pico El Cobre, hasta el borde de la falla de Bramón³⁶, presenta un predominio de las formaciones estratigráficas cretácicas Aguardiente, Capacho y La Luna, y en menor medida del Paleoceno (formaciones Barco y Los Cuervos)³⁷, ambas de origen marino, aluvial o costero³⁸.

En cuanto al resultado final de los plegamientos y movimientos de ascenso del fondo oceánico precámbrico, a partir de la elevación de sus pilares tectónicos, se obtuvo una primera e incipiente cadena de cumbres y riscos, especie de Andes tachirenses primitivos que, semejantes a grupos de islas, formaban un archipiélago sobre el mar prehistórico, inmediatas a los bordes occidentales del escudo continental de *gondwana*, el supercontinente del cual surgieron Sudamérica, África, Australia, la India y la Antártica³⁹, y uno de los dos en los cuales se fracturó pangea II, el otro fue *Laurasia* (conformado por la unión de los escudos continentales de Norteamérica y Eurasia).

Estos andes paleozoicos permanecieron expuestos a la intensa erosión causada por procesos exógenos como vientos, fríos australes y constante meteorización durante un prolongado período de 90 millones de años aproximadamente, hasta fines de la era paleozoica. Estos fenómenos exógenos hicieron aplanar todas las elevaciones, convirtiendo el territorio en aisladas y rocosas penillanuras,

Luego, constantes movimientos tectónicos de transgresiones y regresiones, permitieron que las aguas sobrepasaran las incipientes y desgastadas alturas de esa penillanura tachirense primitiva, convirtiéndola, de nuevo, en un espacio lacustre, poco profundo, en una especie de estuario conectado a un mar interno prehistórico intercontinental, alterado en diversas ocasiones por abruptas avalanchas de sedimentos y amplios flujos piroclásticos provenientes de una superficie con presencia de volcanes y con un paleoambiente en constante modificación.

³⁵ Dirección de Cartografía Nacional, *Cartas topográficas y planimétricas del estado Táchira*, Escala 1:100 000. Hoja 5738.

³⁶ Trump, G. W. [Compiler] (1964). *Geological Map Western Táchira*. Creole Petroleum Corporation, October 1964. Este mapa geológico del occidente del estado Táchira, comprende parte de los municipios San Cristóbal, Cárdenas, Capacho Nuevo, Capacho Viejo, Bolívar, Ureña, Junín, Córdoba, Torbes y Rafael Urdaneta. El mismo se elaboró a partir de veintinueve estudios estratigráficos, en trabajos de campo, que se iniciaron en el sector Agua Blanca (vía San Cristóbal-Rubio) y finalizaron en los manantiales de aguas sulfurosas de Aguas Calientes-Ureña, en 1963 y 1964.

³⁷ *Mapa Geológico de la República de Venezuela*. Ampliación de los Andes, escala 1:3 000 000, Caracas, 1969.

³⁸ Ujueta L., G. Lineamientos de Dirección Noroeste-Sureste en los Andes venezolanos- *Geología Colombiana*, 18, Bogotá, 1993, p. 80.

³⁹ Flynn, J. Digging into the past, *National Geographic*, vol 198, N° 2, August, 2000, p. 46-51.

3.2. Mesozoico [era, entre 252 y 66≈ millones de años]

Las penillanuras tachirenses escasamente sumergidas, por sedimentación parálisis en una zona litoral continental, se fue estructurando y consolidando desde el *triásico superior* (252 a 201≈ millones de años) hasta el *jurásico inferior* (201 a 145,6≈ millones de años), en parte considerable, por la acumulación y litificación de sedimentos detríticos arrastrados por ríos y torrenteras que se encontraban en la superficie del cinturón ecuatorial de *gondwana*, el cual iba cambiando en la medida que la línea de costa se desplazaba o retrocedía debido a las drásticas variaciones del nivel del mar producto, de la separación o deriva continental. En el *triásico inferior*, ya conformaban una formación con diferentes capas de conglomerados, entre otras, de rocas piroclásticas (rocas formadas por solidificación de la lava volcánica, con una superficie porosa originada por el escape de gases) y rocas sedimentarias permeables y friables, no calcáreas, de diminutos granos de arenisca férrica e hidratos férricos hidratados conocidos como limonitas rojizas o hierro pardo [$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$] que, al compactarse, en prolongados procesos de litificación de millones de años, se convirtieron en el conocido *granzón*, de amplio uso local en la construcción y pavimentación de carreteras secundarias o rurales.

El color rojo característico de las mismas, deriva, a su vez, de la naturaleza de las tierras de las cuales provenían la arena. El origen de estos granos bien pudo encontrarse en una amplia superficie o zona de oxidación de un yacimiento metalífero⁴⁰, hierro en este caso, que penetraba desde la superficie (suelos ferralíticos) hasta ámbitos poco profundos de agua, formando y arrastrando areniscas férricas, esto es arena con presencia de óxido de hierro y de silicatos⁴¹ o bien en extensas superficies férricas que se formaron en la primitiva corteza terrestre las cuales estuvieron expuestas a un cambio climático drástico que incremento el oxígeno en la atmósfera, el cual se conoce como la "Gran oxidación"⁴², hecho ocurrido a comienzos del paleoproterozoico [entre 2.450 y 1.850≈ millones de años. Antes de esta fecha, los registros de evidencias de minerales expuestos o bajo la superficie continental, indicaron una baja presión de oxígeno en la atmósfera que actuaba sobre esos minerales y, en consecuencia, a bajos procesos de oxidación⁴³.

De esta forma, el óxido de hierro [Fe_2O_3] se convierte en la sustancia química que sirve de cemento y cohesiona a la arenisca, manteniéndola compactada y dándole el color rojo o rojizo que presentan en la actualidad, por cuanto el óxido de hierro no es soluble en el agua. Esta evidencia química podría respaldar la teoría de la gran oxidación por cuanto, luego de haberse erosionado esas tierras en tiempos geológicos posteriores, los sedimentos arrastrados hacia un paleomar, provenían de un ambiente con una atmósfera costera o continental saturada o muy rica en oxígeno.

Las formaciones sedimentarias descritas se pueden observar, en la actualidad, en los sitios de La Quinta, cerca de La Grita; en el páramo del Zumbador (municipio Vargas); páramo Colorado (municipio Sucre); Angarabeca (municipio Michelena); entre Caliche y Las Cruces (municipio Ayacucho) y en las cárcavas de la Machirí, en la sierra de la Maravilla, en San Cristóbal. Asimismo, la abundancia de estos sedimentos triásicos explica el tinte rojo intenso de las aguas de la quebrada la Machirí y el río Torbes, río principal de la ciudad capital del estado Táchira, San Cristóbal. Las cabeceras de la quebrada la Machirí, y una considerable parte

⁴⁰ Baulig, H. *Vocabulaire franco-anglo-allemand de Géomorphologie*. Ed. Ophrys. París, 1970.

⁴¹ Maze W. B. Jurassic La Quinta Formation in the Sierra de Perijá, Northwestern Venezuela: Geology and tectonic environment of red beds and volcanic rocks. *Geographic Society Am. Mem.* 162, 1984, pp. 263–282. [Google Scholar].

⁴² Holland, H. D. The Oxygenation of the atmosphere and oceans. *Philos Trans. R. Soc. London. B. Biology Sciences*, June 29, 361(14-70), 2006, pp. 903-915.

⁴³ Sverjensky, Dimitri A. y Lee, Namhey (2010). The Great Oxidation Event and Mineral Diversification. *Elements*, 6 (1), Mineralogical Society of America: 31–36.

de su curso alto, discurren por terrenos de la formación La Quinta. La erosión producida por esta corriente de agua, como erosión fluvial, arrastra abundantes sedimentos de areniscas férricas que se incorporan a su vez a la corriente del curso medio del río Torbes [el antiguo *Tormes* de la época colonial española]⁴⁴, por ser la Machirí un afluente de este río.

El Tachiraptor, arcosaurio de La Quinta

Al tiempo geológico comprendido entre el triásico y el jurásico, se le ha dado el nombre de "la edad de los reptiles" por la gran abundancia de los mismo, en especial de las primeras formas de lagartos, dinosaurios pequeños y tortugas⁴⁵, de allí que las formaciones sedimentarias tachirenses que datan de esta época, tengan un importante carácter fosilífero⁴⁶. En el sitio de La Quinta (Formación La Quinta), cerca de La Grita, se han encontrado fragmentos de especies de reptiles primitivos (arcosaurios –antecesor de los cocodrilos–, dinosaurios ornitisquios y dinosaurios saurisquios –terópodos–) que habían poblado la superficie de pangea II y gondwana, quienes vivieron simultáneamente con las formas más antiguas que se conocen de reptiles con características de mamíferos, y datan de la época descrita.

Asimismo, se han encontrado fósiles marinos como amonites⁴⁷ y baculites. Estos eran moluscos de la clase de los cefalópodos, ya extinguidos. Los mismos desarrollaron un caparazón dura en forma de espiral, las primeras (enrollado sobre sí mismo), y longitudinales las segundas. Vivían en aguas marinas poco profundas o áreas continentales costeras. Restos de estos fósiles se hallaron en las montañas de los municipios Jáuregui y Uribante. En específico, en el caserío de Mesa del Tigre (municipio Sucre) se encuentra una roca sedimentaria con la huella dejada por un molusco, fragmentado, huella pétreo de un probable *cyrtoceras* o un *scaphites hippocrepsis*, ambos cefalópodos paleozoicos. Estas formas de vida desaparecieron en el cretácico, junto con los dinosaurios, en la quinta gran extinción de seres vivos del planeta, hace 65 millones de años⁴⁸, extinción que arrasó con un 76% de todas las especies que poblaban el planeta⁴⁹.

De inicios del jurásico, data el hallazgo⁵⁰ de fragmentos fosilizados de un pequeño dinosaurio (terópodo-averostra). Bípedo y carnívoro, partes de sus huesos fueron encontrados en el sitio de La Quinta y recibió la denominación de *tachiraptor*, que significa “depredador o bandido del Táchira”, por la habilidad alimenticia que tenía de robar las presas o comida a otros mamíferos, y posible antecesor de las aves y del tiranosaurio rex. Pertenece a la especie cuya clasificación científica responde al término de *tachiraptor admirabilis*. Tuvo una longitud de 1,5 metros y vivió hace 200 millones de años, según datación realizada por los investigadores y analistas de los fósiles con el método geocronológico denominado *U–Pb zircon*⁵¹.

El mismo se aplica en el análisis de los isótopos del mineral zircón o circón (silicato de circonio [ZrSiO₄]), encontrados en el estrato o nivel de la tierra sedimentaria que rodeaba a los fragmentos fósiles. Los elementos radioactivos presentes en los cristales de zircón, en este caso el uranio, permitieron establecer la datación o antigüedad en el tiempo, a partir de la medición

⁴⁴ Sánchez, Samir A. *Diccionario de Topónimos Históricos del estado Táchira*. p. 140, 153.

⁴⁵ McIvor, C. Turtles emerge from their evolutionary shell. Genetic data show turtles and lizards had a close common ancestor. *Nature*. Published online 19 July 2011, doi:101038/news.2011.425

⁴⁶ Langer, Max C.; Rincón, Ascanio D.; Ramezani, Jahandar; Solórzano, Andrés; Rauhut, Oliver W.M. (8 October 2014). "New Dinosaur (Theropoda, stem-Averostra) from the earliest Jurassic of the La Quinta Formation, Venezuelan Andes". *Royal Society Open Science*. Royal Society. 1 (2): p. 140–184.

⁴⁷ Taylor, David G. "Ammonite (mollusk)." Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

⁴⁸ Cretaceous Period. Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

⁴⁹ Extinction (biology). Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

⁵⁰ Langer, Max C... *Royal Society Open Science*. p. 140–184.

⁵¹ *Ibidem*.

de los niveles o grados de su descomposición y transformación en un subproducto, el plomo⁵². Es decir, se midió la cantidad existente del elemento radioactivo (uranio) y se comparó con la cantidad presente de su subproducto (plomo).

El grado de descomposición del elemento radioactivo (uranio), el cual se desintegra a un ritmo fijo determinado, convirtiéndose en otro (en plomo) resulta, así, en un método geocronológico analógico o similar a la lectura de los anillos anuales (dendrocronología) de un tronco de árbol⁵³, por parte de los arqueólogos. O, utilizando una metáfora expresada por el geólogo profesor Paul Mueller, de la Universidad de Florida (EEUU) : "el uranio, dentro del circón, es como un reloj que marca el paso del tiempo, convirtiendo a este compuesto en el más confiable cronómetro natural que tenemos, cuando queremos atisbar en los orígenes del planeta Tierra"⁵⁴.

Resulta importante destacar que el lapso geológico antes descrito (jurásico), coincide con la cuarta más grande extinción de vida en el planeta, ocurrida hace 200≈ millones de años. Más de un 76% de las especies vivas desaparecieron y con ellas, en el caso de los reptiles continentales, las primitivas formas de arcosaurios (entre los cuales se encontraba el *tachiraptor*), sobreviviendo solo los dinosaurios gigantes⁵⁵, quienes dominaron sobre los demás seres vivos de la superficie terrestre por otros 140 millones de años.

La cordillera andina tachirensis

Continuando el relato lineal temporal-geológico, en la etapa de transición entre el período geológico conocido como *jurásico* y el *cretáceo*, hace unos 150 a 80≈ millones de años, ocurre una nueva y, hasta el presente, última deriva continental. Se fractura el subcontinente gondwana de la inmensa masa continental de pangea II, en varios subcontinentes, arrastrando a su vez las plantas y los animales que los poblaban cuando gondwana era una única tierra. Una de esas grietas de separación abriría el espacio para el surgimiento del océano Atlántico, al bisecar y apartar, en dirección occidental, la actual masa terrestre de suramérica, de la de África. Separación que aún continúa en el presente, con un promedio de tres centímetros anuales, en la denominada Dorsal Atlántica⁵⁶, línea divisoria de las dos placas continentales divergentes.

El desplazamiento inicial y libre, en sentido este-oeste, de la placa continental suramericana, se detuvo, en parte, con el choque o colisión lateral de su borde norte con el borde suroccidental de la placa del Caribe y de su borde central y sur con la placa del Pacífico, que se desplazaban en sentido oeste-este, a través de un deslizamiento lateral.

Los choques generaron progresivas y fuertes presiones tectónicas que fracturaron nuevamente el relieve de sedimentos litificados del fondo marino que estaba sobre la línea fronteriza de corrimiento, iniciándose así un lento pero continuo proceso orogénico, de elevación de ese fondo, que dio origen al segundo y definitivo horst de cadenas de montañas andinas tachirenses. Así, las elevaciones de masas de tierra y crestas, creadas por la compresión a la cual fue sometido el antiguo fondo marino, se formaron a lo largo de un eje longitudinal noreste-suroeste.

⁵² British Broadcasting Corporation (BBC). Earth's oldest asteroid impact 'may have ended ice age'. BBC News. 22 January 2020. <https://www.bbc.com/news/world-australia-51201168> (consultado: 21 de febrero 2020).

⁵³ *Ibidem*.

⁵⁴ Zircon Chronology: Dating the Oldest Material on Earth. *Earth: Inside and Out*, edited by Edmond A. Mathez, a publication of the New Press. © 2000 American Museum of Natural History (excerpt). Disponible en: <https://www.amnh.org/learn-teach/curriculum-collections/earth-inside-and-out/zircon-chronology-dating-the-oldest-material-on-earth> (consultado: 21 de febrero 2020)

⁵⁵ Extinction (biology). Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

⁵⁶ Pandolfo, Joseph P. "Atlantic Ocean." Microsoft Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

3.3. Cenozoico [era, 66 millones de años ≈ hasta el tiempo presente]

Este violento proceso de elevación progresiva y formación de nuevas tierras, se daba en la era *cenozoica*, conocida como "la edad de los mamíferos" por haberse dado en ella una gran diversificación de los mismos, incluyendo la aparición de los *antropoides* y dentro de esta clase, a los *homínidos* (cuya especie superviviente es la humana). La intensidad de los paroxismos dados marcó la formación del territorio central y occidental del estado Táchira, durante el *eoceno superior*, entre 56 y 33,9≈ millones de años y, al mismo tiempo, fuerzas tectónicas de la deriva continental arrastraban al continente de norteamérica, separándolo de Eurasia y acercándolo nuevamente a suramérica⁵⁷.

Yacimientos carboníferos y de fosfatos

Producto de todos estos movimientos del entorno, el paisaje tachirenses se veía constantemente modificado por avances y retrocesos marinos, de poca profundidad, que arrastraban sedimentos de flora y fauna desde las superficies secas; esto es arrastre de materia orgánica que se podía transformar en carbón y petróleo, la cual quedó depositada a todo lo largo de una línea imaginaria cóncava (si se proyecta como observada desde el punto cardinal este). La referida línea, reconstruida a partir de la concatenación de los actuales depósitos o yacimientos, induce, como vestigio, la ubicación de un arco costero o plataforma continental primitiva, desde el noreste, en el municipio Samuel Darío Maldonado hasta el suroeste, en el municipio Fernández Feo. Estos yacimientos, contentivos de recursos naturales no renovables, fueron el producto de consecutivas fracturas, depresiones y elevaciones de terrenos que se volcaban sobre otros más antiguos, producto de la tectónica de placas. Hecho que dejó aprisionados sedimentos orgánicos, principalmente leñosos, de una vegetación prehistórica - como palmeras, grandes helechos y arbustos- que, por su proceso de descomposición natural, enorme calor y presión de las rocas que los cubrieron, obstruyendo cualquier entrada de aire, se carbonizaron y, al irse hundiendo lentamente, crearon estratos de carbón.

Este es el origen de los yacimientos de carbón bituminoso en el estado Táchira. La mayoría de este compuesto orgánico combustible se encuentra en trampas estructurales o estratigráficas -a manera de prensa que comprime- entre diferentes formaciones rocosas sedimentarias, en especial entre las denominadas Mirador y Carbonera. Ejemplo de las mismas resultan los yacimientos ubicados en el bolsón semi-árido de las aldeas La Parada, cerca de la población de Lobatera⁵⁸ y Las Minas, Cazadero y Boca de Monte, al occidente del municipio Lobatera) y los de Hato de la Virgen (municipio Capacho Nuevo), Caliche (municipio Ayacucho), Las Mesas y Río Pajitas (municipio Samuel Darío Maldonado), Delicias (municipio Urdaneta), Santo Domingo (municipio Fernández Feo), y Las Adjuntas, Cerro de Capote y La Pajarita (municipio Junín)⁵⁹.

⁵⁷ Cediél, F., Shaw, R. P., & Cáceres, C. Tectonic Assembly of the Northern Andean Block. en C. Bartolini, R. T. Buffler, & J. F. Blickwede (Eds.), *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon Habitats, Basin Formation, and Plate Tectonics*, AAPG Memoir 79 (Vol. 79, 2003, pp. 815-848). AAPG.

⁵⁸ Meier Senn, Beat P. Los Pozos Azules en los Andes suroccidentales venezolanos, paisajes geológicos e historia de los orígenes de la Tierra | The Lower Pozos Azules Ravines in Southwest Venezuelan Andean: The Geological History of Early Earth. *Proyecto Experiencia Arte* (Edublog, 2016). Disponible en: <https://bitacorasamisan.blogspot.com/2016/06/los-pozos-azules-en-los-andes.html> (consultado: 17 de febrero 2020) y Meier, B., Schwander, M., and Laubscher, H. The tectonics of Tachira; a sample of North Andean tectonics. En *The Anatomy of Mountain Ranges*, ed. J. P. Schaer and J. Rodgers, Princeton, NJ: Princeton University Press, 1987, pp. 229-237.

⁵⁹ Hackley, Paul C.; Warwick, Peter D. and González, Eligi. Petrology, mineralogy and geochemistry of mined coals, western Venezuela. *International Journal of Coal Geology*, volume 63, Issues 1–2, 20 July 2005, pp. 68-97.

Otras rocas sedimentarias del subsuelo tachirenses con el mismo origen y las cuales resultan igualmente recursos naturales no renovables, son las formadas por sedimentos donde se substituyó parte o todo el hidrógeno de los ácidos fosfóricos a partir de una fuerte compresión sufrida, en filones, denominándose fosfatos. Se encuentran principalmente en los municipios Ayacucho (El Riecito), Libertador (San Joaquín de Navay) y Lobatera (La Molina). En este último, los fosfatos son del tipo *fosforitas uraníferas*, esto es fosfato (P_2O_5) con óxido de uranio (U_2O_8) en un porcentaje de 0,01%⁶⁰, producto de acumulaciones y sedimentaciones de tipo calcárea (calizas menos densas o pesadas), producida por residuos fluviales con una abundante presencia de fósforo, hierro y uranio (elementos más densos o pesados, que se hundieron y crearon su propio estrato o filón), en los márgenes de una antigua costa continental poco profunda, con corrientes superficiales que no alteraron el depósito de estos sedimentos.

Todos los estratos cenozoicos tachirenses, específicamente los formados en los períodos del paleógeno y neógeno, entre 65 y 2,6 \approx millones de años, presentan una estratigrafía más amplia, al estar formados por arcillas (ej. en las tierras de Lomas Altas, Lomas Bajas y Hato de la Virgen en el municipio Libertad, zonas especializadas en la producción de utensilios y objetos en arcilla, desde la época aborígen), lutitas y capas de carbón lignítico. Los depósitos de carbón, como recurso natural energético no renovable, en el Táchira, resultan reducidos o no fueron tan abundantes como los formados en el continente laurásiano (ej. el caso de los yacimientos de las Islas Británicas), por cuanto en Laurasia prevalecía un clima tropical, que favorecía el crecimiento de grandes árboles y de la vegetación, y en gondwana, el clima que prevalecía era el propio de tierras casi polares, por encontrarse hacia el polo sur, lo cual facilitó sólo una vegetación de escasa altura y exuberancia propia de esos climas antárticos. No obstante, recientes investigaciones⁶¹ sugieren que el clima y el bioma de las tierras del norte de suramérica, por encontrarse en el cinturón ecuatorial continental estaban más asociadas o relacionadas con Laurasia, en específico con el clima y bioma del sur de la placa de norteamérica.

Piedemonte y planicies lacustres (norte) y fluviales (sur)

En la transición entre el Eoceno y el mioceno, conocido también como *neógeno*, 23 y 2,6 \approx millones de años, se da un nuevo paroxismo de tipo orogénico y de máximas fuerzas frontales. Su violencia y resultados se pueden observar detalladamente en las drásticas alteraciones o deformaciones de series sedimentarias, y de algunos estratos isoclinales, de los sectores de Tierra Tinta, La Cabrera, La Honda y la Angostura, en el tramo de la autopista Lobatera-San Pedro del Río. Las fuerzas liberadas elevaron por igual, a una mayor altura y de forma definitiva, toda la cadena de montañas de la cordillera andina tachirenses, haciendo retroceder las aguas que cubrían una considerable parte de su superficie, hasta el actual lago de Maracaibo, siendo este los restos de un antiguo paleolago y mar prehistórico interior, que aún continúa desecándose al perder superficie y profundidad.

Las aguas que cubrían las planicies sedimentarias del piedemonte andino fluvial y de los altos llanos retrocedieron de forma tal que dejaron como tierra seca el emplazamiento actual de poblaciones como Abejales (municipio Libertador) y San Rafael del Piñal (municipio Fernández Feo). Sólo permanecieron cubiertas por una capa fina de agua, debido a la escasa pendiente que presentan los terrenos y a su vez la escasa pendiente de equilibrio de las aguas

⁶⁰ Cazabonne M., Christian. "Aspectos Geológicos Mineros" en *Estados de Venezuela. Táchira*. p. 48.

⁶¹ Rees PM, Ziegler AM, Valdes PJ. *Jurassic phytogeography and climates: new data and model comparisons*. In *Warm climates in earth history* (eds Huber BT, Macleod KG, Wing SL.), 2000, pp. 297–318. Cambridge, UK: Cambridge University Press. [Google Scholar].

fluviales, creando formas pantanosas conocidas en la región como ciénagas. La última, y más conocida, en el territorio norte del estado Táchira, fue la ciénaga de Morotuto, la cual ya se encontraba desecada para fines del siglo XIX⁶².

En estas planicies lacustres noroccidentales e inmediatas al piedemonte andino, surgieron importantes poblaciones comerciales como La Fría y Coloncito. Por igual, en esa área, quedó fijado el espacio más bajo del relieve tachirenses, a 29 m.s.n.m.⁶³. Este se ubica en la desembocadura del río Orope en el río Zulia próximo donde el caño Burro intersecta la vía carretera interestadal entre las poblaciones de Orope (Táchira) y El Guayabo (Zulia).

Los movimientos orogénicos, ya descritos, se detuvieron, relativamente, al alcanzar alturas que se estabilizaron entre los 3.000 y 3.912 metros⁶⁴, elevaciones que resultan moderadas en comparación con las alcanzadas en la cordillera de los andes suramericanos, desde los andes orientales colombianos hasta el extremo occidental del archipiélago chileno-argentino de Tierra del Fuego. Asimismo, la ausencia de lugares en esa superficie por donde pueda ascender el magma terrestre, los volcanes, queda explicada por el tipo de movimiento orogénico presentado. Por surgir estas montañas como un producto ascendente de la presión ejercida por el choque o roce lateral, o por corrimiento, de dos placas tectónicas con direcciones de movimiento contrarias, la fuerza de empuje resultó de menor magnitud a la ejercida por el choque o encuentro frontal entre la placa de nazca y la placa de suramérica que, debido a una subducción inactiva, dio origen a los volcanes suramericanos y elevó el terreno hasta alturas que se ubicaron en una máxima de 6.960 metros⁶⁵, en el pico Aconcagua (Argentina).

Bloques tectónicos, fallas y calizas

Otro elemento de importancia en la geología tachirenses, originado por ese sistema compresivo producto del choque de placas y el paroxismo andino tachirenses son las múltiples fracturas del terreno, que forman unidades limitadas y compactas conocidas como bloques y sub-bloques. En la geología tachirenses, entre otros, se conocen los siguientes: Angarabeca, Libertad, Venegará, Las Cumbres, San Antonio, La Cuja, Borotá, Rubio y Mucujún, y cuya composición estratigráfica es general al bloque. Si se toma como muestra el bloque tectónico denominado "Borotá", en el centro del estado Táchira, se encontrará que el mismo está formado por depósitos de formaciones sedimentarias de origen mesozoico y cenozoico⁶⁶, en específico por lutitas, ftanitas, limolita, carbones, areniscas cuarzosas y yacimientos o minas de calizas en arenisca y piedras, enmarcadas en las formaciones geológicas Capacho y La Luna⁶⁷. Estas últimas, las calizas, cuyo origen se encuentra en la acumulación de sedimentos bajo aguas con alta presencia o concentración de carbonato cálcico [CaCO₃], en paleo-mares cálidos y de poca profundidad, explican la presencia e industria de canteras y antiguos hornos de cal, así como de la fábrica de cemento. Ambos ubicados en el tramo vial de la troncal N° 1 o carretera panamericana, entre las poblaciones de Táriba y Lobatera.

Todos los bloques y sub-bloques del estado Táchira, a su vez, están separados y diferenciados principalmente por fisuras en el terreno conocidas como "fallas geológicas". Esto son fracturas de la corteza terrestre en constante empuje sobre un plano de desplazamiento, que

⁶² Junta recopiladora de documentos relativos al Zulia. *Límites entre el Zulia y los Andes*, 1891. Sección introductoria.

⁶³ Dirección de Cartografía Nacional, *Cartas topográficas y planimétricas del estado Táchira*. Escala 1:100 000. Hoja 5741.

⁶⁴ Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. *Plano fisiográfico del estado Táchira*.

⁶⁵ Morgan, Alan V. "Aconcagua." Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

⁶⁶ *Léxico estratigráfico de Venezuela*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, Caracas, 1970.

⁶⁷ Chomick, Z. y Ramos, G. *Columna estratigráfica generalizada, Borotá y alrededores - estado Táchira*. Escala 1:100.000. Trabajo de campo 1984. Plano impreso por Helazon c.a. Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología y Minas, Departamento de Geología, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1984.

puede ser en sentido horizontal (por compresiones laterales sobre una línea de fricción, grietas) o vertical (ascenso y descenso de la corteza por epirogénesis). En la región se identifican con denominaciones toponímicas como: falla de Loma de Pío, falla de Pozos Azules, del Uribante, de Capacho, de San Pedro del Río, de Bramón, o de Borotá, entre otras. Su potencial actividad sísmica, por lo general, se da entre leve a moderada.

La más antigua y principal, así como la más activa⁶⁸ de todas, es la denominada "Falla de Boconó", con un carácter continental. La misma posee superficies con desplazamientos de rumbo deslizante dextral, por ser una falla horizontal (de desgarré)⁶⁹. Por conformar el punto de unión o roce y desplazamiento de la frontera suroccidental de la placa tectónica del Caribe con la frontera norte de la placa tectónica de sudamérica, la misma divide o parte, prácticamente, la cordillera andina en dos secciones, convirtiendo de esta manera, al Táchira, en una de las regiones de Suramérica⁷⁰ con un potencial de riesgo sísmico muy alto.

Por igual, en esta época, se originaron los depósitos sedimentarios o yacimientos de arenisca con asfalto, al sur de la ciudad de San Cristóbal, en el Palmar de la Copé, el cual tiene un uso industrial, mezclado con arena y gravilla, para el pavimentado rústico de carreteras y vías de penetración rural.

Yacimientos petrolíferos

Simultáneamente, los movimientos orogénicos descritos causaron la formación de los escasos yacimientos de petróleo que se han encontrado en el estado Táchira, siendo el de La Alquitrana el principal y único que ha sido explotado con fines de comercialización. Posee una trascendencia nacional por haber sido el primer yacimiento de donde se extrajo y refinó petróleo en el país, en 1878⁷¹. Está ubicado en la trampa estratigráfica petrolífera anticlinal de la falla de La Alquitrana⁷² (municipio Junín) y es el resultado de una fuerte compresión, por superposición y peso de formaciones como Colón y Mito Juan, con rocas sello, así como de estratos de calizas fosilíferas y areniscas calcáreas⁷³. Este petróleo, a consecuencia de los múltiples terremotos ocurridos en la región entre los siglos XVI y XVIII, se liberó de la trampa por filtraciones creadas por la presión interna de los gases libres y emigró a la superficie, brotando como lodo de alquitrán, lo cual dio origen al nombre del lugar o bitumenotopónimo⁷⁴. El brote se incrementó con la magnitud del terremoto de mayo de 1875, el cual activó la falla.

Asimismo, el levantamiento estructural de este bloque petrolífero conocido como fila de Cerro Negro y cuyos orígenes datan del cretácico y el eoceno, hizo que el caudaloso río Quinimarí, originado en la microcuenca hidrográfica limitada por las alturas septentrionales del cerro El Cristo (3.322 m) y el cerro El Cobre (3.613 m)⁷⁵ [estas alturas, junto a la del páramo El Tamá, 3.379 m, El Judío, 3.360 m y La Revancha (3.457 m)⁷⁶, conforman la sierra y crestas

⁶⁸ Audemard, F. Holocene and historical earthquakes on the Bononó fault system, southern Venezuelan Andes: Trench confirmation. *Journal of Geodynamics*. Vol. 24, Issues 1-4, September-December, 1997, pp. 155-167.

⁶⁹ Herder Lexicon. *Geologie und Mineralogie*. Verlag Herder KG. Freiburg im Breisgau, 1972, p. 85.

⁷⁰ Rodríguez, L. M.; Sarabia, A.M.; Pérez P., Mora, H.; Singer, A.; Salcedo, E.; Yépez, S.; Cifuentes, H.; Diederix, H.; Torres E.; Rodríguez, F.; Audemard, A.; A. Gómez, A.; Leal, A. "Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875, en la Frontera entre Colombia y Venezuela". *Boletín 30*, Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, septiembre, 2015, Caracas, pp. 105-263.

⁷¹ Sánchez, Samir A. *Diccionario de Topónimos Históricos del estado Táchira*. p. 186.

⁷² Trump, G. W. [Compiler] (1964). *Geological Map Western Táchira*. Creole Petroleum Corporation, October 1964.

⁷³ Arminio J. F., Hernández M, Pilloud A, Audemard F. *New Insights on the Jurassic Rift Succession of the Mérida Andes, Venezuela: implications for New Petroleum Systems in Northern South America*. Cancun-Mexico, 2004: AAPG Memoir, International Conference and Exhibition. [Google Scholar]

⁷⁴ Sánchez, Samir A. *Diccionario de Topónimos Históricos del estado Táchira*. p. 167.

⁷⁵ Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. *Plano fisiográfico del estado Táchira*.

⁷⁶ *Ibidem*.

más altas del Macizo del Tamá], desviara o torciera el rumbo norte, que traía desde sus fuentes y tiempos prehistóricos, hacia el este, hasta su encuentro con el río Torbes para tomar luego un rumbo sur y afluir en el río Uribante.

Tierras nuevas y antiguas: la depresión del Táchira

Los paroxismos con desplazamientos y presiones internas, de carácter orogénico, se mantuvieron activos hasta el *plioceno*, y comienzos del *pleistoceno*, en el período cuaternario, entre 5 y 2~ millones de años. Uno de gran intensidad, por ser producto de la deriva continental y sus fuerzas horizontales, fracturó de uno de los bloques pilares o horst de un tramo de la recién formada cordillera andina tachirensis, el ubicado en el centro y el occidente o zona de frontera del actual estado Táchira, generando una depresión susceptible de ser cubierta por las aguas. A su vez, esta tectónica marcó la diferencia temporal en el relieve: las tierras más antiguas, que han permanecido inalteradas, por su elevación sobre el nivel del mar, al noreste de la región, y las tierras más jóvenes o más bajas, sujetas a inundaciones por epirogénesis continental o por transgresiones y regresiones marinas debidas al aumento o disminución del agua oceánica, al suroccidente.

La fractura derivó en una súbita pérdida de altura de las primitivas montañas (por hundimiento o depresión del horst, creando una especie de extenso graben e interrumpiendo la secuencia de las máximas alturas de la cordillera, que se daban entre los 3.000 y 4.000 metros. Un todo que configuró, a su vez, el relieve conocido en geografía como subregión fisiográfica de la “depresión del Táchira”. Una silla topográfico-tectónica comprendida limitado entre las altas montañas de del páramo de Batallón y las alturas del macizo del Tamá.

Debido a este fenómeno tectónico, la menor altura de la depresión quedó en los espacios semiáridos de la actual población de Ureña (304 metros)⁷⁷ junto al curso bajo del río Táchira, y la máxima altura en una de las dos cumbres de la sucesión de montañas o formación orogénica aislada conocida como “Fila de los Letreros”, entre los municipios Lobatera y Guásimos, que domina, por su vertiente sur todo el valle de Santiago, asiento de la ciudad de San Cristóbal, y por su vertiente norte todo el valle de Lobatera. Estas dos superficies montañosas son el cerro de Los Letreros⁷⁸ (2.020 m.s.n.m.) y el cerro de Gallineros (1.980 m. s. n. m.)⁷⁹. En esta última cumbre se ubica el principal grupo de radio-antenas y tv-antenas de retransmisión de la región. Estas dos elevaciones aisladas están constituidas a partir de una acumulación de sedimentos que se dio en el cretácico inferior (pertenecientes a la formación Aguardiente y Capacho, originadas a partir de la acumulación de sedimentos de origen marino, en plataformas continentales internas y externa)⁸⁰.

Cuencas hidrográficas

Finalizada la serie de paroxismos del pleistoceno, la hidrología tachirensis quedó determinada y dividida por dos grandes cuencas o depresiones de sedimentación. La primera conformada por las aguas que fluyen al lago de Maracaibo y de allí al mar Caribe, y la segunda por las que fluyen hacia el río Orinoco y finalizan en el océano Atlántico. De esta forma, la línea imaginaria del divorcio de aguas de esas cuencas hidrográficas, resulta en un indicativo

⁷⁷ *Ibíd.*

⁷⁸ Sánchez, Samir A. *Diccionario de Topónimos Históricos del estado Táchira*, pp. 140, 153, 245, 258, 282 y 364.

⁷⁹ Dirección de Cartografía Nacional, *Cartas topográficas y planimétricas del Estado Táchira*. Escala 1:100 000. Hoja 5739.

⁸⁰ Marchamalo L., José J. *Integración geológica de la zona centro-occidental del estado Táchira, entre las coordenadas longitud (72°30'-72°00') y latitud (7°40'-8°00')*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero geólogo, Universidad Central de Venezuela, Biblioteca, Caracas, 2009, p. 98.

visible del subyacente basal donde se encuentran o colisionan las placas tectónicas del Caribe y de suramérica.

La línea divisoria sigue las máximas alturas de las crestas de los páramos, filas y montañas cuya vertiente norte presenta un drenaje lacustre y la vertiente sur fluvial, siendo la toponimia de las mismas, de noreste a suroeste, la siguiente: cresta más nororiental del páramo de Rosario, a 3.408 m.s.n.m., fila de La Cuchilla; serranía del páramo de Batallón (con la cresta del pico El Pulpito, a 3.912 m.s.n.m., la más alta del Táchira); de Sumusica; del Rosal; de La Tigra; del Zumbador, de Almorzadero; Monte Grande; Arcabuco; Casa del Padre o La Viravira; El Munsal; Los Laureles; Tamuco; Mochileros; fila de Los Letreros (con la cumbre o cresta más elevada de la Depresión del Táchira, el cerro Los Letreros a 2.020 m.s.n.m.); alto de Palo Grande; fila de Potrero Grande. Aquí la línea imaginaria tiene un quiebre de su rumbo noroeste y sigue en sentido sur, drenando las vertientes occidentales al lago de Maracaibo, y las orientales al río Orinoco: fila de Palo Gordo, donde se encuentra el monumento-capilla-mirador a Cristo Rey; pueblo de Libertad-Capacho Viejo; fila de Barro Amarillo; fila de Capote; fila de Pabellón, cerro El Urumal; pico de Vela; páramo de La Revancha; fila de Bandera y cresta o pico más elevado del cerro El Cristo, a 3.410 m.s.n.m. en el Macizo del Tamá⁸¹.

Mesas, mesetas, valles, lagunas glaciares y aguas termales

Al quedar el pilar geológico que sustenta la depresión del Táchira, relativamente estabilizado –si bien se debe tener en cuenta que la naturaleza no es fija ni acabada sino en constante transformación- hasta el presente, en rededor de los 72° Longitud Oeste y los 8° latitud norte, sobre su litosfera el relieve, en general, quedó determinado, tanto en la cordillera como en el piedemonte y planicies lacustres y fluviales. Comenzando el modelado de la superficie seca, en el aspecto que observamos en la actualidad.

Fuerzas exógenas y endógenas actuaron sobre la superficie del ya estructurado territorio tachirenses. Terremotos, intensas lluvias, torrenceras e incremento repentino de los caudales de ríos que se fueron sucediendo, en especial los cambios climáticos producidos durante los diferentes glaciario e interglaciarios del pleistoceno⁸², finalizados hace 11.000≈ años, donde se alternaban períodos de intenso frío y sequías con períodos más cálidos y de fuertes lluvias o pluviosidad, descendiendo las temperaturas y con ella los niveles o cotas de nieve se aproximaron hasta un promedio de 1000 msnm. cubriendo con masas de hielo glaciar y erosionando a su vez las altas cumbres de las montañas y las depresiones y valles con lagos y lagunas de agua dulce. Una vez finalizado el período glaciar y aumentar las temperaturas, las especies vegetales y animales volvieron a ocupar los terrenos anteriormente helados.

De esta época, y producto de intensos terremotos que dislocó formaciones del eoceno y el cuaternario, data el origen de los manantiales termales (de uso terapéutico⁸³, cuyas temperaturas oscilan entre los 24° y 51°) ferruginosos, de carbonato de soda [Na₂CO₃] y sulfurosos. En estos últimos, por calentamiento, el azufre se combina con el hidrógeno del agua formando el sulfuro de hidrógeno [H₂S], el cual se oxida al entrar en contacto con la atmósfera, quedando como sedimento sobre el terreno regado manchas de color amarillo. Las fuentes más representativas en la región son las del sitio de Aguas Calientes (municipio Pedro María Ureña)

⁸¹ Dirección de Cartografía Nacional, *Cartas topográficas y planimétricas del estado Táchira*. Escala 1:100 000. Hoja 5840, 5740, 5739 y 5738.

⁸² Morgan, Alan V. "Pleistocene Epoch." Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.

⁸³ "Informe del Sr. Carlos Thoss Jr. sobre las termas de Aguas Calientes, 1929" en Díaz Brantes, Humberto, *El estado Táchira, álbum gráfico*. Talleres de la Tipografía Americana de P. Valery Rísquez, Caracas, 1930, s/n.

que consta de doce manantiales y de El Corozo (municipio San Cristóbal), esta última producto de las fracturas de una falla geológica entre bloques de formación Colón, Mito Juan y Mirador⁸⁴.

Estos tiempos perfilaron por igual las actuales formas del relieve estudiado y originaron las lagunas –residuos testigo de la era glacial- que se encuentran en las cumbres y estribaciones del páramo de Batallón, Sumusica y La Cimarronera, en las altas cumbres de los municipios Jáuregui, Uribante y Francisco de Miranda⁸⁵, ej. Laguna Las Verdes, Hoyo Negro, Pedernales, Las Mellizas, El Cienegón y Laguna de García. Otras están representadas por las terrazas o mesas (T) formadas por la acumulación pleistocena de detritos; las depresiones intramontanas (DI), conos de deyección (CdD) y abanicos de aluvión (AdA) cuaternarios producidos por la fuerza hidráulica de las torrenteras y el elevado caudal de los ríos postglaciales, con su alta carga de sedimentos (como el Grita, Uribante, Lobaterita, Táchira, Quinimarí y Escalante).

Sus cauces fueron erosionando los lechos rocosos y al abrirse paso las aguas hacia las tierras bajas crearon, por acumulación de materiales sueltos, grava, arenas y rocas, el paisaje natural y entorno actual de los espacios geográficos de la mayoría de las ciudades y poblaciones tachirenses. El proceso de urbanismo de las mismas fue adaptado, de forma empírica, a los planos o escalonados de ese relieve, geológicamente joven, convirtiéndolos en espacios habitables. No obstante, bajo el riesgo latente de hallarse sobre tierras quebradizas e inestables. La situación más descriptiva de este hecho, fue el resultado de parte del urbanismo desarrollado en la zona norte de la ciudad de San Cristóbal⁸⁶, conocido como sector “Las Lomas”, el cual sobrepasó todos los cálculos de contingencia para edificabilidad con los cuales se proyectó. Construida como un moderno desarrollo habitacional en la década de los años sesenta del pasado siglo, con el paso del tiempo, el lento desplazamiento de los sedimentos de las terrazas donde se construyó, en razón de las arenas hidratadas expansivas que las constituyen, deformó las estructuras edificatorias y viales, dejándolas inhabitables e intransitables a la fecha.

Sobre los diferentes relieves de terrazas y mesetas o mesas de la región, entre otros, se tienen los siguientes: las de la ciudad de San Cristóbal (T), una estructura de relieve conformada por cinco terrazas de prolongados pisos, que descienden desde el piedemonte de la sierra de La Maravilla a 1000 m hasta los 740 m junto al río Torbes. Son el resultado de los aluviones del deshielo postglacial de la sierra de la Maravilla⁸⁷, con pérdida ésta última de altura y de forma original, quedando su cresta más alta en el pico La Maravilla, a 2395 m; La Grita (T); Lobatera (T, creada por el deshielo postglacial y vaguadas de los páramos de Almorzadero y Angaraveca); Hernández (T); San Simón (T); Seboruco (T); El Cobre (CdD); Táriba (AdA); Michelena (AdA); Las Mesas (AdA); Umuquena (CdD); San José de Bolívar (T); Queniquea (T, creada por el deshielo postglacial y vaguadas de los páramos Colorado y Las Agrias); San Antonio del Táchira (CdD); Coloncito (AdA); Pregonero (T); Delicias (CdD); Rubio (DI); San Juan de Colón (AdA, producido por el deshielo postglacial y vaguadas del páramo de Almorzadero); Cordero (T); La Tendida (AdA, el más extenso del estado, producido por el

⁸⁴ Trump, G. W. [Compiler] (1964). *Geological Map Western Táchira*. Creole Petroleum Corporation, October 1964. Este mapa geológico del occidente del estado Táchira, comprende parte de los municipios San Cristóbal, Cárdenas, Capacho Nuevo, Capacho Viejo, Bolívar, Ureña, Junín, Córdoba, Torbes y Rafael Urdaneta. El mismo se elaboró a partir de veintinueve estudios estratigráficos, en trabajos de campo, que se iniciaron en el sector Agua Blanca (vía San Cristóbal-Rubio) y finalizaron en los manantiales de aguas sulfurosas de Aguas Calientes-Ureña, en 1963 y 1964.

⁸⁵ Dirección de Cartografía Nacional, *Cartas topográficas y planimétricas del estado Táchira*, Escala 1:100 000. Hoja 5840.

⁸⁶ Un completo estudio sobre el urbanismo de la ciudad de San Cristóbal, desde sus orígenes hasta el presente, se encuentra en el libro: *San Cristóbal: una mirada en sus 450 años*. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), Grupo de Investigación Arquitectura y Sociedad, San Cristóbal, 2012.

⁸⁷ Los ambientes naturales y la biodiversidad que se encuentra en esta área, están protegidos por la figura legal de Parque Nacional, con el nombre de “Parque Nacional Chorro del Indio”, por decreto presidencial N° 641, publicado en la Gaceta Oficial N° 4.158 (extraordinario), de fecha 25 de enero de 1990.

deshielo postglacial y erosión fluvial de los páramos Tres Esquinas, Mariño, San Telmo, Nirgua y La Negra) y Santa Ana del Táchira (T), entre otras.

Un ejemplo del perfil de acumulación torrencial de un abanico aluvial (AdA) con pisos de canto rodado, visible, se encuentra en el tramo de la autopista San Cristóbal-La Fría, entre las poblaciones de San Pedro del Río y San Juan de Colón. Los cortes planos paralelos hechos durante la construcción de la autopista, a la meseta que se extiende paralelamente al cauce del río Lobaterita, donde se levanta la población de San Juan de Colón, dejaron expuestas impresionantes paredes, casi en vertical que evidencian la violenta dinámica hidráulica que se dio allí con la deposición de detritos.

Los estratos sedimentarios varían en grosor, según fue la fuerza de arrastre de los sedimentos que tuvo el agua en su momento. Estas paredes han sido recubiertas -en parte- por mallas metálicas de acero inoxidable o hierro galvanizado (con bajo contenido de carbono) para mantener la seguridad de los conductores ante el posible desprendimiento de las piedras de canto rodado, desde sus lechos de arenisca.

Otro ejemplo del modelado del relieve tachirenses, en este período, el cual data de hace 120000~ años, es el valle de Lobatera⁸⁸. El mismo, era una superficie cubierta por un lago de agua dulce, producto del deshielo de las cumbres de los páramos de Almorzadero, Angarabeca y Arcabuco. Esto se evidencia de los fósiles presentes en cortes del terreno⁸⁹ junto a la quebrada Lobatera, cuyos estratos presentan lodos de globigerina o capas de diminutos foraminíferos lacustres, pertenecientes a especies que vivieron, desde el período carbonífero, en el fondo de aguas poco profundas o flotando como parte del plancton en las zonas altas de los océanos. Al morir, sus conchas o caparazones caían al fondo, formando amplios depósitos.

Llegada de los primeros grupos humanos y actualidad [¿hacia una sexta extinción global?]

Los fenómenos de meteorización glacial y postglacial descritos, modelaron con fuerza el relieve, fracturando y erosionando la superficie y dejando a su paso la forma definitiva de las montañas, cumbres, páramos, valles, colinas, cauces de ríos, quebradas, terrazas de aluvión y planicies lacustres y fluviales de la actual geografía tachirenses. Un telurismo que se inicia, como una primigenia tachirensidad, a finales del *cuaternario* [período, 2,6~ millones de años hasta el tiempo presente], en el *holoceno* (época, desde hace 11.700~ años hasta el presente), el cual marca la llegada de los primeros grupos humanos, nómadas al territorio del estado Táchira y el inicio -incipiente- de la modificación de su relieve por la presencia y acción humana.

Conformados por hombres, mujeres y niños recolectores y cazadores, quienes hace 10000~ años, según la datación arqueológica⁹⁰ de los más antiguos artefactos líticos y restos de mamíferos consumidos, encontrados hasta la fecha, se ubicaron en la región occidental del Táchira, específicamente en las inmediaciones de Boca de Grita (municipio García de Hevia). Este hecho ha planteado una hipótesis entre investigadores y antropólogos regionales quienes fijan el origen de esos primeros grupos humanos, como de incursión y provenientes de las tierras bajas o planicies del lago de Maracaibo.

¿Qué contemplaciones harían del paisaje natural y del cosmos, estos primeros humanos en suelo tachirenses? ¿Actuarían con escepticismo e imaginación o con temor y veneración ante una naturaleza que inspira vértigo y éxtasis? ¿Harían sus propias especulaciones? Las desconocemos, son interrogantes que superan una comprensión normal, propia del siglo XXI.

⁸⁸ Dirección de Cartografía Nacional, *Cartas topográficas y planimétricas del estado Táchira*. Escala 1:100 000. Hoja 5739.

⁸⁹ Sánchez, Samir A. *Lobatera, tiempos históricos de una tierra de pioneros*, Biblioteca de Autores y Temas Tachirenses, N° 208, Caracas, 1993. p. 23-49.

⁹⁰ Durán, Reina. *La Prehistoria del Táchira (Excavaciones arqueológicas)*, Consejo Nacional de la Cultura, San Cristóbal, 1998, p. 12.

Conclusión

La magnitud de la distancia temporal que se interpone entre los acontecimientos geológicos y el sujeto que los estudia, conlleva a entender la realidad que lo rodea la cual, en el caso de estudio, es el entorno fisiográfico del estado Táchira, como el relativo producto final de una violenta dinámica geológica de 4600 millones de años. En una espacialidad singular y viviente, identificada de forma notable, con la fisiografía de la cordillera andina de los Andes de suramérica, en cuanto a la multiplicidad de relieves y paisajes, biodiversidad animal y vegetal, así como de los recursos naturales renovables y no renovables que encierra. Así, en el conocimiento o desconocimiento del contexto geológico temporal local y regional y de su dinámica interna, puede radicar la explicación del éxito o el fracaso de toda enseñanza escolar o universitaria que se quiera hacer sobre las ciencias geológicas. Por ello, en el caso de estudio, todo conocimiento y valoración de esta línea geológica-temporal y de esta identidad por el tachirense actual, cuando dimensiona su especial circunstancia histórica –su temporalidad- de poder conocer ese pasado y ver con anticipación el futuro, si bien son dos realidades distintas, aunque conectadas entre sí y que no suelen socializarse, resulta conveniente.

Finalmente, es preciso hacer una última anotación hermenéutica sobre los signos de los tiempos⁹¹ presentes, en el contexto del natural equilibrio relacional hombre-tierra. En las más recientes teorías que se han propuesto en la comunidad científica de geólogos, la humanidad estaría viviendo en lo que podría ser definido como un nuevo período geológico, que ha recibido la denominación de *antropoceno* (palabra compuesta por los términos griegos 'anthropos', ser humano y 'kainos', nuevo o más reciente). El mismo es descrito por quienes lo proponen como el lapso o tiempo en el cual la acción del hombre ha dejado una huella en los sedimentos y el relieve, por la utilización de químicos, carbonos, desechos industriales y plásticos, entre otros⁹² y ha generado un impacto modificador del relieve y destructivo del ambiente y la biodiversidad, si bien con posibilidades reales de revertir todo eso si la voluntad humana es orientada hacia ese fin.

Múltiples son las notas características de este momento. Catástrofes ambientales como la desertificación, destrucción de las fuentes de agua potable; vertidos de desechos industriales altamente contaminantes en las aguas; acelerado deshielo de polos y glaciares; la destrucción de hábitat y deforestación del Amazonas y otras selvas tropicales; desecaciones de mares interiores (como el mar de Aral, cerca del mar Caspio); pérdida de los casquetes polares y de los glaciares de las cadenas montañosas del planeta; la destrucción de la capa de ozono; el cambio climático, no control de especies invasivas y el incremento de un efecto invernadero y las más recientes pandemias mortales, entre otros, son señales aisladas pero más que evidentes, que cuestionan una parte importante de la acción del hombre sobre el planeta, desde la Revolución Industrial, a fines del siglo XVIII.

Al situar la percepción de estos síntomas-problemas en el ámbito educativo y de lo cotidiano, deberíamos incorporar, en perspectiva, el hecho de encontrarnos más cerca de un nuevo fin de la existencia de todo un grupo o grupos de organismos, causada por su incapacidad para sobrevivir o adaptarse a unas nuevas condiciones ambientales; esto es, más cerca de una sexta extinción biológica global, inducida, en el planeta. Y enfatizamos al hacer uso del término "inducida", por cuanto la tecnológica desarrollada por la especie humana ya es capaz de alterar o arrasarse instantáneamente (con armas nucleares), o de forma lenta y gradual (por

⁹¹ Juan XXIII, *Carta Encíclica Pacem in Terris, sobre la paz entre todos los pueblos*. Librería Editrice Vaticana, Ciudad del Vaticano-Roma, 2013.

⁹² Issberner, L. y Léna, Ph. Antropoceno, la problemática vital de un debate científico. *Correo de la UNESCO*, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] N° 2018-2. <https://es.unesco.org/courier/2018-2/antropoceno-problematica-vital-debate-cientifico>.

contaminación o destrucción), los ecosistemas naturales, sus formas de vida y sus complejas interacciones. Para algunos biólogos⁹³, esa sexta extinción global ya comenzó. Consideran que el número de especies que han desaparecido por la acción del hombre, es muy elevado al modificar éste, o reemplazar de manera drástica, los ecosistemas para la construcción de urbes, áreas industriales o campos de cultivo.

En 1980, el Dr. Carl Sagan, director del laboratorio de Estudios Planetarios de la Universidad de Cornell, advertía:

Fue aquí, al fin y al cabo, donde evolucionamos. Pero nuestro clima puede ser inestable. Estamos perturbando nuestro propio planeta de un modo serio y contradictorio. ¿Existe el peligro de empujar a la Tierra hacia el infierno planetario de Venus o la eterna era glacial de Marte?⁹⁴

Y más adelante planteaba retos a una humanidad mayoritariamente ensimismada y en permanente trivialidad. Retos que deben ser repetidos y sometidos al examen y juicio de los escolares y universitarios por parte de sus profesores, para que se manifiesten en ellos, en las nuevas generaciones de humanos, actitudes de conocimiento y valoración, en corazón y mente, por la casa común:

Hace unos cuantos millones de años, cuando los seres humanos comenzaron a evolucionar en la Tierra, era éste un mundo de media edad, a 4.600 millones de años de distancia de las catástrofes de su impetuosa juventud. Pero ahora los humanos representamos un factor nuevo y quizás decisivo. Nuestra inteligencia y nuestra tecnología nos han dado el poder para afectar el clima. ¿Cómo utilizaremos ese poder? ¿Estamos dispuestos a tolerar la ignorancia y la complacencia en asuntos que afectan a toda la familia humana? ¿Valoramos por encima del bienestar de la Tierra las ventajas a corto plazo? ¿O pensaremos en escalas mayores de tiempo, preocupándonos por nuestros hijos y por nuestros nietos, intentando comprender y proteger los complejos sistemas que sostienen la vida en nuestro planeta? La Tierra es un mundo minúsculo y frágil. Hay que tratarlo con cariño⁹⁵.

Bibliohemerografía

- Archivo Parroquial Eclesiástico de la parroquia de Nuestra Señora del Rosario de de Chiquinquirá, *Libro de Bautismos 1848*. Lobatera, estado Táchira.
- Arminio J. F., Hernández M, Pilloud A, Audemard F. *New Insights on the Jurassic Rift Succession of the Mérida Andes, Venezuela: implications for New Petroleum Systems in Northern South America*. Cancun-Mexico, 2004: AAPG Memoir, International Conference and Exhibition. [Google Scholar]
- Audemard, F. Holocene and historical earthquakes on the Bononó fault system, southern Venezuelan Andes: Trench confirmation. *Journal of Geodynamics*. Vol. 24, Issues 1-4, September-December, 1997.
- Baulig, H. *Vocabulaire franco-anglo-allemand de Géomorphologie*. Ed. Ophrys. París, 1970.
- British Broadcasting Corporation (BBC). El apocalipsis volcánico que casi acabó con la vida en la Tierra, *BBC Mundo* (redacción), 1 de enero de 2016. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/151230_ciencia_apocalipsis_volcanico_extincion_masi_va_calentamiento_aw
- British Broadcasting Corporation /BBC). Earth's oldest asteroid impact 'may have ended ice age'. *BBC News*. 22 January 2020. <https://www.bbc.com/news/world-australia-51201168>
- Bunge, Mario. *La investigación científica, su estrategia y filosofía*. Ariel, S. A., Barcelona, 1973.
- Cazabonne M., Christian. "Aspectos Geológicos Mineros" en *Estados de Venezuela. Táchira*. Publicación del Banco Mercantil y Agrícola, Cuaderno N° 6, Caracas, 1982.
- Cediel, F., Shaw, R. P., & Cáceres, C. Tectonic Assembly of the Northern Andean Block. En C. Bartolini, R. T. Buffler, & J. F. Blickwede (Eds.), *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean:*

⁹³ Swanson Stevenson. The Biodiversity Issue: Is Natura at risk? *1995 Collier's Year Book* (article) y Sagan, Carl. *Cosmos*, Editorial Planeta, Barcelona, 1987, pp. 32 y 103.

- Hydrocarbon Habitats, Basin Formation, and Plate Tectonics, *AAPG Memoir 79* (Vol. 79, pp. p. 815-848). AAPG, 2003.
- Chomick, Z. y Ramos, G. *Columna estratigráfica generalizada, Borotá y alrededores - estado Táchira. Escala 1:100.000*. Trabajo de campo 1984. Plano impreso por Helazon c.a. Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología y Minas, Departamento de Geología, UCV, Caracas, 1984.
- Cretaceous Period. Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.
- Del Rey Fajardo, José, S.J. *Una utopía sofocada: Reducciones jesuíticas en la Orinoquia*, Universidad Católica del Táchira-Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, 1998.
- Herder Lexicon. Geologie und Mineralogie. Verlag Herder KG. Freiburg im Breisgau, 1972.
- Díaz Brantes, Humberto, *El estado Táchira, álbum gráfico*. Talleres de la Tipografía Americana de P. Valery Rísquez, Caracas, 1930, s/n.
- Dirección de Cartografía Nacional, *Cartas topográficas y planimétricas del estado Táchira*, Ministerio de Obras Públicas, Caracas, 1983. Actualizaciones a través de la Oficina Nacional de Catastro del Ministerio de Agricultura y Cría. Escala 1:100 000.
- Durán, Reina. *La Prehistoria del Táchira (Excavaciones arqueológicas)*, Consejo Nacional de la Cultura, San Cristóbal, 1998.
- Extinction (biology). Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.
- Febres Cordero, Tulio. *Obras completas*, ediciones del Banco Hipotecario de Occidente, San Cristóbal, tomo I, 1991, p. 162: Geografía, Política, Agrícola e Industrial de todos los lugares de que se compone la Provincia de Mérida de Venezuela, formada por el señor Juan de Dios Picón, siendo Gobernador Constitucional de ella en 1832.
- Flynn, J. Digging into the past, *National Geographic*, vol 198, Nº 2, August, 2000.
- Francisco, *Carta Encíclica Laudato Si' sobre el cuidado de la casa común*. Tipografía Vaticana, Ciudad del Vaticano-Roma.
- Geologic Time. Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.
- Gneiss. Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.
- Hackleya, Paul C.; Warwick, Peter D. and González, Eligi. Petrology, mineralogy and geochemistry of mined coals, western Venezuela. *International Journal of Coal Geology*, volume 63, Issues 1–2, 20 July 2005.
- Holland, H. D. The Oxygenation of the atmosphere and oceans. *Philos Trans. R. Soc. London. B. Biology Sciences*, June 29, 361(14-70), 2006.
- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. *Plano fisiográfico del estado Táchira*. Primera edición. Hipsometría según la NASA y Modelo Digital de Elevación (DTM) del Instituto Geográfico de Venezuela, Caracas, 2010.
- Issberner, L. y Léna, Ph. Antropoceno, la problemática vital de un debate científico. *Correo de la UNESCO*, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] Nº 2018-2. <https://es.unesco.org/courier/2018-2/antropoceno-problematica-vital-debate-cientifico>.
- Juan XXIII, *Carta Encíclica Pacem in Terris, sobre la paz entre todos los pueblos*. Librería Editrice Vaticana, Ciudad del Vaticano-Roma, 2013.
- Junta recopiladora de documentos relativos al Zulia. *Límites entre el Zulia y los Andes*. Imprenta Americana, Caracas, 1891.
- Langer, Max C.; Rincón, Ascanio D.; Ramezani, Jahandar; Solórzano, Andrés; Rauhut, Oliver W.M. (8 October 2014). "New Dinosaur (Theropoda, stem-Averostra) from the earliest Jurassic of the La Quinta Formation, Venezuelan Andes". *Royal Society Open Science*. Royal Society. 1 (2): p. 140–184.
- Léxico estratigráfico de Venezuela*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, Editorial Sucre, Caracas, 1970.
- Mapa Geológico de la República de Venezuela*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, Caracas, Ampliación de los Andes, escala 1:3 000 000, Caracas, 1969.
- Marchamalo L., José J. *Integración geológica de la zona centro-occidental del estado Táchira, entre las coordenadas longitud (72°30'-72°00') y latitud (7°40'-8°00')*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero geólogo, Universidad Central de Venezuela, Biblioteca, Caracas, 2009.
- Martínez, Díez, Felicísimo, O.P. *La Escolástica y su aporte metodológico*. Universidad Católica del Táchira, San Cristóbal, 1984.

- Maze W. B. Jurassic La Quinta Formation in the Sierra de Perijá, Northwestern Venezuela: Geology and tectonic environment of red beds and volcanic rocks. *Geographic Society Am. Mem.* 162, 1984, pp. 263–282. [Google Scholar].
- McIvor, C. Turtles emerge from their evolutionary shell. Genetic data show turtles and lizards had a close common ancestor. *Nature*. Published online 19 July 2011. Disponible en: doi:10.1038/news.2011.425
- Meier Senn, Beat P. Los Pozos Azules en los Andes suroccidentales venezolanos, paisajes geológicos e historia de los orígenes de la Tierra | The Lower Pozos Azules Ravines in Southwest Venezuelan Andean: The Geological History of Early Earth. *Proyecto Experiencia Arte* (Edublog, 2016). <https://bitacorasanisan.blogspot.com/2016/06/los-pozos-azules-en-los-andes.html> (consultado: 17 de febrero 2020) y Meier, B., Schwander, M., and Laubscher, H. The tectonics of Tachira; a sample of North Andean tectonics. En *The Anatomy of Mountain Ranges*, ed. J. P. Schaer and J. Rodgers, Princeton, NJ: Princeton University Press, 1987, pp. 229-237.
- Molina Yosel. Pico El Púlpito, la cima del Táchira a 3.942 m.s.n.m. *Revista Destino Andes*, edición 15, número 7, San Cristóbal, 2014, pp. 40-43.
- Morgan, Alan V. "Aconcagua." Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.
- Morgan, Alan V. "Pleistocene Epoch." Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.
- Pandolfo, Joseph P. "Atlantic Ocean." Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.
- Pangaea. Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.
- Rees PM, Ziegler AM, Valdes PJ. *Jurassic phytogeography and climates: new data and model comparisons*. In *Warm climates in earth history* (eds Huber BT, Macleod KG, Wing SL.), 2000, pp. 297–318. Cambridge, UK: Cambridge University Press. [Google Scholar].
- Rodríguez, L. M; Sarabia, A.M; Pérez P., Mora, H; Singer, A.; Salcedo, E.; Yépez, S.; Cifuentes, H.; Diederix, H.; Torres E.; Rodríguez, F.; Audemard, A.; A. Gómez, A.; Leal, A. "Inventario de Daños y Efectos Geológicos Co y/o Post-Sísmicos del Sismo Ocurrido el 18 de mayo de 1875, en la Frontera entre Colombia y Venezuela". *Boletín 30*, Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, septiembre, 2015, Caracas, pp. 105-263.
- Rodríguez, Simón. Génesis y mineralogía de los depósitos de cobre del Táchira nororiental, Venezuela (investigación preliminar). *Geología colombiana*, No. 15, 1986, pp. 177-184.
- Sagan, Carl. *Cosmos*, Editorial Planeta, Barcelona, 1987.
- San Cristóbal: una mirada en sus 450 años*. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), Grupo de Investigación Arquitectura y Sociedad, San Cristóbal, 2012.
- Sánchez, Samir A. *Diccionario de Topónimos Históricos del estado Táchira*. Biblioteca de Autores y Temáticas Tachirenses, N° 207, San Cristóbal, 2018. Disponible en: https://bitacorasanisan.blogspot.com/2019/11/diccionario-de-toponimos-historicos-del_15.html (consultado el 15 de febrero de 2020).
- Sánchez, Samir A. *Lobatera, tiempos históricos de una tierra de pioneros*, Biblioteca de Autores y Temáticas Tachirenses, N° 208, Caracas, 1993. p. 23-49.
- Santistevan, Miguel de, *Viaje de Lima a Caracas (1740-1741)*, Fundación de Promoción Cultural Venezolana, Colección Viajes y Descripciones, Caracas, 1997.
- Simón, Fray Pedro. *Noticias Historiales de la Conquista de Tierra Firme en las Indias Occidentales*, partes 2da y 3era, Casa editorial de Alejandro Medardo Rivas, Bogotá, 1892.
- Sverjensky, Dimitri A. y Lee, Namhey (2010). The Great Oxidation Event and Mineral Diversification. *Elements*, 6 (1), Mineralogical Society of America: Disponible en: <https://doi.org/10.2113/gselements.6.1.31>.
- Swanson Stevenson. The Biodiversity Issue: Is Natura at risk? *1995 Collier's Year Book* (article).
- Taylor, David G. "Ammonite (mollusk)." Microsoft® Student 2009 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2008.
- Trump, G. W. [Compiler] (1964). *Geological Map Western Táchira*. Creole Petroleum Corporation, October 1964.

Ujueta L., G. Lineamientos de Dirección Noroeste-Sureste en los Andes venezolanos- *Geología Colombiana*, 18, Bogotá, 1993.

Zircon Chronology: Dating the Oldest Material on Earth. *Earth: Inside and Out*, edited by Edmond A. Mathez, a publication of the New Press. © 2000 American Museum of Natural History (excerpt). <https://www.amnh.org/learn-teach/curriculum-collections/earth-inside-and-out/zircon-chronology-dating-the-oldest-material-on-earth> (consultado: 21 de febrero 2020).

Depósito Legal: pp200302ME1486 - ISSN: 1690-4818



Todos los documentos publicados en esta revista se distribuyen bajo una Licencia Creative Commons Atribución -No Comercial- Compartir Igual 4.0 Internacional. Por lo que el envío, procesamiento y publicación de artículos en la revista es totalmente gratuito.