

UN PARADIGMA BIOESTRATIGRÁFICO ACERCA DE LA TIPOLOGÍA Y LA GEOCRONOLOGÍA

César CHACALTANA BUDIÉL

Dirección de Geología Regional- INGEMMET. Av. Canadá N° 1470 San Borja. Apartado 889. Lima 41. Perú.

RESUMEN

Se presenta evidencias de faunas devonianas registradas en la cordillera occidental del SO de Perú, en dos localidades, en la bajada entre El Fiscal y la ciudad de Arequipa y más al Sur, en las proximidades de Cocachacra. Ambas han sido correlacionadas con el Grupo Cabanillas. La evolución tectosedimentaria de esta cuenca intracratónica controla el desarrollo y la distribución de unidades ecológicas de un sistema biozonal definido por especies de braquiópodos, pelecypodos, bryozoarios fenestellidos y otros. Las secuencias estratigráficas corresponden a una fase de subsidencia tectónica importante que depositó una gruesa sucesión clástica, de diferente fraccionometría para el mismo biosomo en cada localidad, preservando niveles fáunicos homotáxicos en litologías diferentes, marcando un plano sincrónico geográficamente independiente de la litofacies y que muestra la importancia de la tipología y geocronología respecto al horizonte litológico.

ABSTRACT

Devonian fauna registered in western cordillera of SW of Peru, are presented particularly in two localities, between Arequipa and El Fiscal, and further south, nearby Cocachacra, both have been correlated with the Cabanillas Group. The tecto-sedimentary evolution of this intracratonic basin controls the development and distribution of ecological units of a biozonal system defined by species of brachiopoda, bivalvia, bryozoan, corals and others. The stratigraphic sequence belongs to a phase of major tectonic subsidence, that deposited a thick clastic succession, with different grain size for the same biosome in each locality, preserving homotaxic faunal levels in different lithologies, thus forming a synchronic time line that extends geographically independent of the lithofacies and that shows the importance of tipology and geochronology regarding the horizon lithology.

INTRODUCCION

Bajo la denominación de paradigma bioestratigráfico, se expone acerca de dos aspectos importantes en la caracterización estratal de los fósiles, la tipología y la geocronología, aspectos cuyo campo de acción deviene en la aplicación más adecuada dentro del criterio de clasificación bioestratigráfico, independiente del litoestratigráfico, más desarrollado en nuestro medio. Actualmente, se persiste en hablar de la "edad de la Formación" y en la práctica, se hacen coincidir los segmentos que representan un tiempo con los límites de las unidades litológicas establecidas, sin considerar que son superficies diacrónicas sin significado de tiempo. Es decir, cuando por tipología homotaxial ocurre sincronismo, se delimita un plano con posición espacial independiente de la litología puesto que los horizontes litoestratigráficos no tienen superficies isócronas. Luego, se puede asignar una geocronología que puede seguirse lateralmente independientemente del componente litológico.

En el presente trabajo, se presenta evidencia a corta distancia areal de la independencia de dos criterios de clasificación estratigráfica utilizados para la organización de las secuencias rocosas estratificadas, el criterio petrológico y el paleontológico, evidencia que muchas veces se soslaya porque se privilegia el correlato temporal que indican los fósiles, como única información que puede desprenderse de su análisis. Si bien es cierto que el análisis de los caracteres morfológicos que se preservan conlleva, además de la identificación del taxón al que pertenece el fósil, al biocrón de existencia aludido, su reconocimiento no debe aislarse del contexto sedimentario que lo contiene. De esa manera es posible distinguir la independencia de las superficies estratales que contienen formas análogas puesto que pueden corresponder a litofacies diferentes y constituir un plano diacrónico.

Este enfoque entra en controversia en la práctica cuando al tratar la geocronología de las rocas, alguien se refiere comúnmente a la "edad de la Formación",

lo que obliga a una revisión de conceptos y al establecimiento de un nuevo paradigma.

EVOLUCION DE LOS CONCEPTOS DUALES

En sus inicios, los procedimientos estratigráficos emplearon las rocas, los fósiles y las discontinuidades como elementos base para una clasificación estratigráfica y para su interpretación como significado de tiempo, siendo la sobreposición de fósiles en las rocas, objeto de estudio sistemático. En las postrimerías del Siglo XVIII y primera mitad del Siglo XIX, se propusieron sistemas de clasificación basados en los fósiles y en la medida que se incrementaba la información con el descubrimiento de caracteres morfológicos nuevos, se efectuaba su reevaluación formalmente establecida surgiendo nuevos problemas de identificación de cuya determinación dependería la interpretación estratigráfica. Posteriormente, la clasificación fue basada en la observación de la supraposición de las faunas en las rocas estratificadas, y por ejemplo, para William Smith los fósiles similares en similar litología indicaban tiempos similares; sin embargo, no fue sino hasta 1865 que la interpretación del paso del tiempo, comprendió el entendimiento de los procesos evolutivos a partir del estudio de los fósiles.

Los códigos adoptados formalmente para clasificar las rocas datan del Congreso Internacional de Bologna en 1881, donde se establecieron jerarquías de términos para indicar las rocas y el tiempo, es decir una clasificación dual. En 1900, el Congreso de París, agregó la jerarquía de Zona como cuerpo de roca caracterizado por fósiles y Fase para indicar el tiempo durante el cual los animales o plantas vivieron y la roca componente fuera acumulada. Luego, persistió la clasificación dual señalando dos jerarquías para construir unidades pero con dos criterios diferentes, rocas para la Formación y fósiles para la Zona.

Las dos jerarquías con ligeras modificaciones fueron la base para la clasificación estratigráfica en todo el mundo, pero los estratígrafos europeos pusieron más énfasis en los fósiles mientras los norteamericanos en las rocas. Las rocas fueron adoptadas para propósitos cartográficos por el United States Geological Survey y la Formación fué establecida como la unidad fundamental, discriminando las rocas en base a la secuencia local y cambios de litofacies e identificándose por su carácter litológico, su asociación estratigráfica o en último orden, su contenido de fósiles, por ejemplo entre los años 1930-40 se formó un Grupo de Trabajo para establecer la Nomenclatura y Correlación del Terciario continental en Norteamérica llamado "Comité Wood" el cual formuló cartas de correlación y de escala de tiempo de una sucesión de unidades con significado temporal, tipificadas por unidades litoestratigráficas donde los segmentos de tiempo correspondían a los límites de las unidades litoestratigráficas otorgando jerarquía al geocrón que indicaban las rocas.

En 1941, se incorporan las unidades litogenéticas que separan los cuerpos de roca de las unidades de tiempo, formalizándose el concepto de biocrón desde 1961 por la American Commission on Stratigraphic Nomenclature, cuando se incorpora como unidad estratigráfica cualquier cuerpo de roca caracterizado por su contenido de fósiles separado de su unidad de tiempo o de su unidad tiempo-roca. Sin embargo, a pesar que el concepto de biocrón quedó definido, delimitando una zona, esto es "defined solely by the fossils it contains, without reference to lithology, inferred environment, or concepts or time" (American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1972, Art.20b), el concepto de geocrón persistió y se habló de la edad de una Formación, resultando en la práctica una relación anfibológica que alude al tiempo prescindiendo de la zona o asociación de fósiles respectiva. Este criterio se convirtió en un paradigma y en nuestro medio se estableció a partir de la preocupación de los gobiernos por la confección de un Mapa Geológico actualizado.

ACERCA DEL PARADIGMA

El término académico "paradigma" surge como resultado del desarrollo de la ciencia en la concepción de las teorías fundamentales (teorías núcleo) y su barrera protectora (teorías auxiliares) (Arche A., 1981). En los inicios de 1960, Thomas Khun, mostró que las ciencias no progresan de manera continua y acumulativa sino que su verdad para un caso particular puede fijarse como un dogma o explicación -un paradigma- que posteriormente puede ser removido pero con gran dificultad para establecer uno nuevo, más acorde con la realidad del momento. La tesis plantea que las disciplinas científicas han emergido de estadios pre-paradigmáticos de donde la ciencia obtiene un alto grado de precisión y progreso. Por tanto, la ciencia es dependiente en la adopción de un paradigma que sea universalmente aceptado y que defina los problemas de la investigación. Luego surgen nuevos argumentos que el paradigma no puede explicar y se ensayan teorías alternativas entrándose a una crisis hasta que una nueva explicación reemplace al antiguo. Este reemplazo constituye la revolución científica de Khun (Khun T., 1970), que no es más que la adaptación metafísica de la lógica dialéctica en sus leyes generales, la cual expresa el movimiento del pensamiento científico contemporáneo.

A través de la historia de la Geología del Perú y de acuerdo con Khun T., (1970) se pueden mencionar algunos paradigmas que se aplicaron en el tratamiento de la información obtenida de campo, tal como el paradigma del geosinclinal, de las fases tectónicas, de las turbiditas y actualmente de la Tectónica de Placas y de la Estratigrafía Secuencial, por mostrar algunos ejemplos. En lo que respecta a la Estratigrafía se estableció como paradigma la aplicación de la "edad de las formaciones estratigráficas" como producto de la evolución de los conceptos en Norteamérica, que aplicados a nuestro medio dieron como resultado el Mapa Geológico del Perú editado en 1975. Por

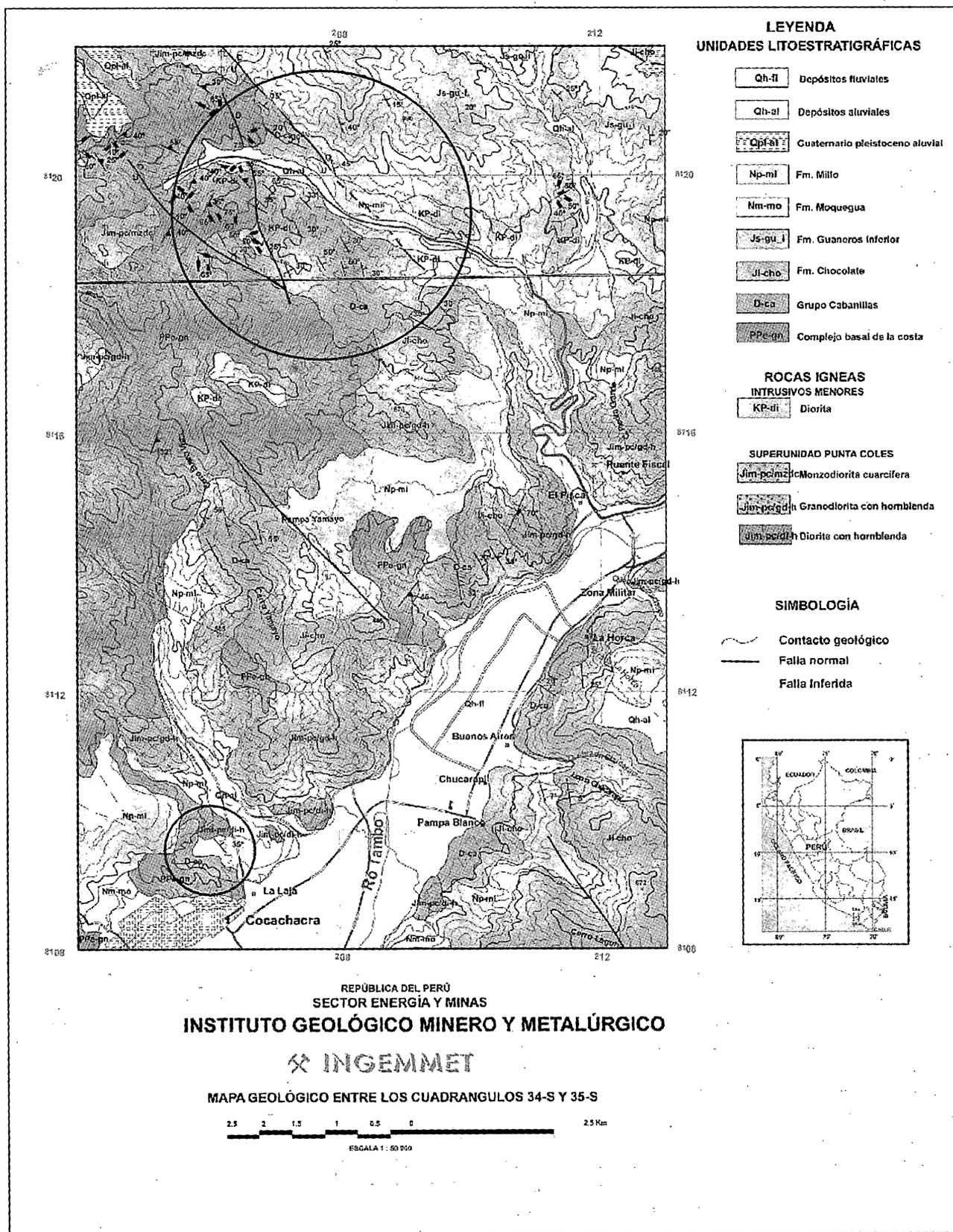


Fig. 1: Mapa Geológico mostrando en círculo la ubicación de las unidades estratigráficas involucradas

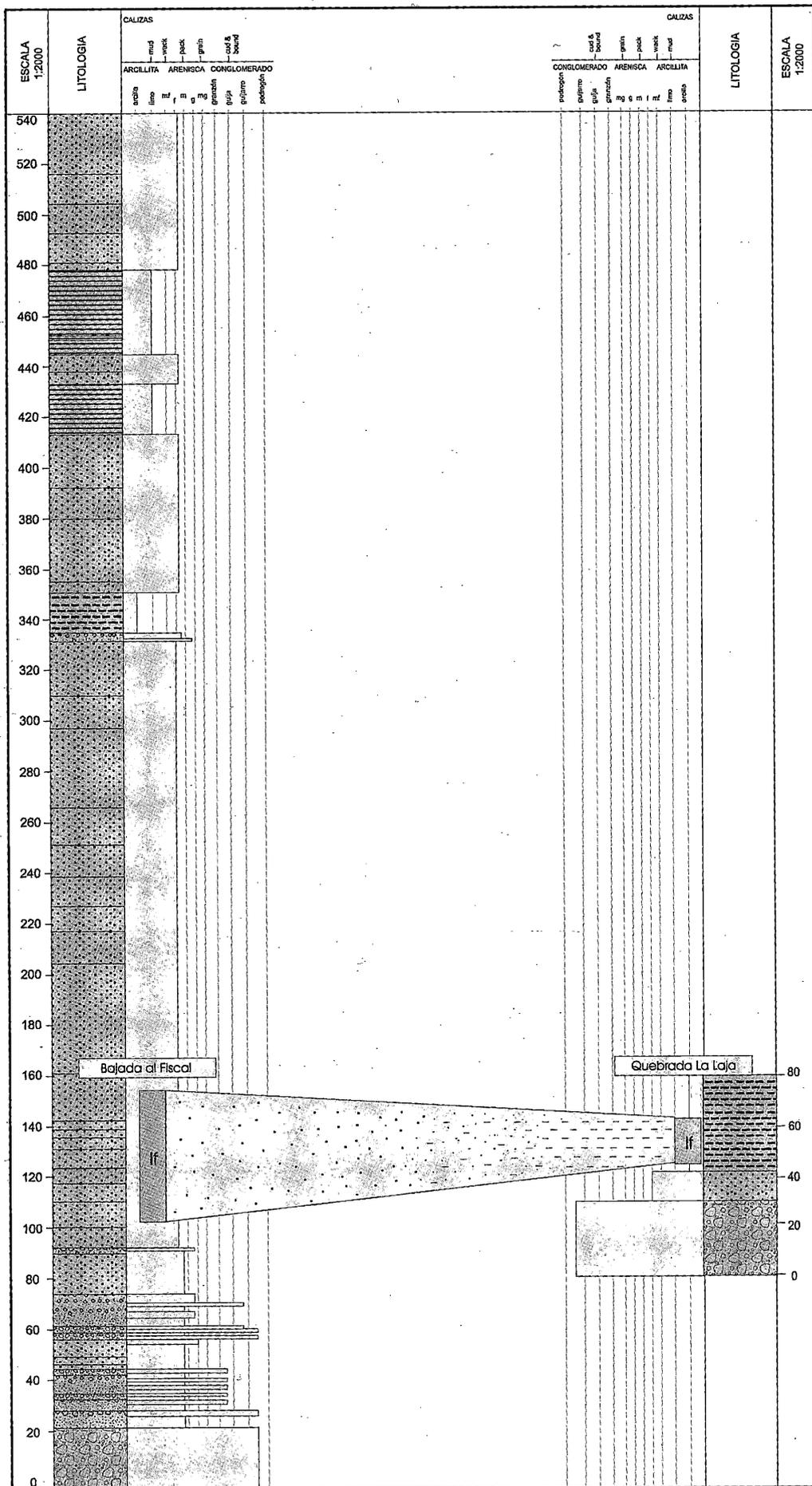


Fig. 2: Niveles homotxicos comparables en ambiente y espacio (lugar y tiempo)

ello, se estiló en designar edad a las Formaciones mezclando dos criterios de clasificación estratigráfica independientes, si se consideran las recomendaciones establecidas por la Guía Estratigráfica Internacional (International Subcommission of Stratigraphical Classification, 1994).

REVISION DEL CONCEPTO Y EVIDENCIA PALEONTOLOGICA

Es válido incidir en la diferencia que existe en los diversos criterios de clasificación estratigráfica. El criterio de clasificación bioestratigráfico se aplica para definir unidades basados única y exclusivamente en el contenido fósil animal o vegetal, individuales, en conjunto o agrupación, es decir, «la unidad existe dentro de los límites de la biocaracterística que se toma de base, lo cual decididamente prescinde del aspecto litológico y tiene limitación dentro del campo litogenético, esto es, se circunscribe solamente a los tipos de rocas y sedimentos que por sus condiciones y naturaleza contienen elementos paleontológicos utilizables» (Mendivil S., 1984). Por tanto, el carácter litológico del entorno corresponde a otro criterio de clasificación siendo posible encontrar en el mismo estrato fósiles de diferente edad, así como también fósiles homotaxiales en estratos diferentes, como el caso que se presenta.

En tal sentido, se pueden distinguir en las secuencias de la Bajada al Fiscal (Chacaltana C., et al, 2002) y en la Quebrada La Laja (Paredes J., 1964) cerca de Cocachacra (Fig. 1), la presencia de las especies *Acrospirifer* cf. *A. atlanticus* (Clarke, 1907), *Cupularostrum* cf. *C. macrocosta* Boucot, 1973, *Mytilarea* cf. *M. chemangensis* (Conrad), *Atrypa* sp, y *Fenestrellina* sp., correspondientes a rangos geocronológicos asociados, facies de plataforma circalitoral y provincia zoogeográfica de clima cálido, preservados en diferentes litologías de areniscas y limoarcilitas respectivamente a cada localidad indicada. En cada secuencia, el grosor del biosomo varía, según se puede apreciar en la Fig. 2., delimitando una figura espacial con líneas de tiempo sincrónicas.

PROCEDIMIENTO ESTRATIGRAFICO

La zona demarcada por *Acrospirifer* y su fauna asociada bien puede ser una zona índice dependiente en tiempo (edad), ambiente (facies) y espacio (provincia), y las asociaciones identificadas tanto en la Bajada del Fiscal como en la Quebrada La Laja pueden establecerse en la práctica como unidades bioestratigráficas y no implica que sean geológicamente contemporáneas, aunque puedan serlo según las especies identificadas. El principal interés radica en la indicación del ambiente y la provincia zoogeográfica que represente, aunque la clase de roca sea información útil para descubrir nuevas localidades, en todo caso, es clave reconocer si la fauna migró o no, como puede ocurrir en todo proceso progresivo (transgresivo).

Para el caso de la correlación, el valor del biocrón como categoría de tiempo puede trasladarse a otras localidades según relaciones de homotaxia, marcando una línea de tiempo que se expresa en la frase relativa "los mismos fósiles indican los mismos tiempos" salvo evidencia de lo contrario como en una progresión (transgresión), donde los fósiles serían indicadores ambientales del tiempo progresivo. Asimismo, es necesario recordar que las unidades lito y bioestratigráficas se encuentran en posiciones estratigráficas diferentes, y este principio se puede apreciar en la Fig. 3, cuya aplicación ha devenido en el desarrollo de los conceptos de Estratigrafía de Secuencias brindando una estructura cronoestratigráfica para el cartografiado y correlación de facies sedimentarias (Emery D. & Myers K, 1996). Por otro lado, la Guía Estratigráfica Internacional, recomienda que "Biostratigraphic correlation is not necessarily time-correlation. It may approximate time-correlation, or it may be the identification of the same biofacies and potentially diachronous because homotaxy does not always imply synchronicity" (International Subcommission of Stratigraphical Classification, op. cit).

En este sentido, es necesario resaltar que el significado de tiempo en una zona bioestratigráfica va a depender estrictamente del tipo de biozona a utilizar. Actualmente y debido al desarrollo de la Cladística, se

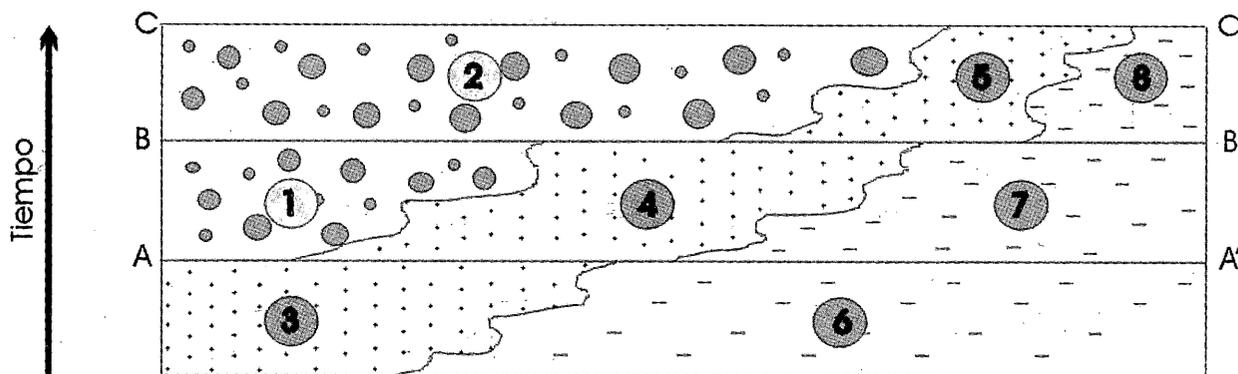


Fig. 3: Una correlación litoestratigráfica puede correlacionar unidades de conglomerados 1 y 2, unidades de areniscas 3, 4 y 5 y unidades de arcilitas 6, 7 y 8, las cuales se cruzan con las líneas de tiempo A-A', B-B' y C-C' (Tomado de Emery D. & Myers K., 1996)

prefiere indicar el cambio evolutivo en un taxón determinado, como parámetro importante para remarcar un cambio de tiempo. Es decir, "salvo las filozonas, las demás pueden cruzar líneas de tiempo y la importancia de éstas radica en la indicación de las condiciones ambientales/tafonomías" (Malumian N., comunic. verbal., 2002).

CONCLUSIONES

Continúan desarrollándose los conceptos referidos a la clasificación dual de las rocas, y en cuanto a los procedimientos bioestratigráficos, se intenta cada vez, ofrecer edades relativas más ajustadas, poniendo énfasis mayor en los aspectos tipológicos que indique la paleobiología del fósil. En este sentido, es necesario referir la geocronología al establecimiento de la zona bioestratigráfica más idónea según sea el caso que se convenga, a fin de proceder a la cronoestratigrafía.

Ante este panorama, resulta paradójico manejar estos conceptos y continuar dando validez a la "edad de una Formación", aludiendo valor de biocron al intervalo vertical que representa la unidad litoestratigráfica distinguida entre dos secuencias de límite estratigráfico, llamado también estratotipo de límite, por su cambio de litofacies, o marcados fenómenos geológicos de límite, puesto que se estarían confundiendo dos criterios de clasificación estratigráfica que son independientes.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento al Ingemmet, cuya información paleontológica ha permitido la realización del presente trabajo y de manera especial a la Ing. Lidia Romero Pittman por la revisión del manuscrito. Asimismo al Ing. Julio De la Cruz Wetzell por sus observaciones y comentarios.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE (ACSN) (1972).- *Code on stratigraphic nomenclature*: Amer. Assn. Petrol. Geol.; Tulsa, Okla. pp. 22, 2nd Printing.

ARCHE A. (1981).- *El concepto de modelo en Geología*: Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), Vol.79., pp.45-51.

CHACALTANA B., CERRON F. & VALENCIA M. (2002).- *Nuevas evidencias devonianas en sedimentitas de la Cordillera Occidental (SO del Perú) con ocurrencia de PHACOPS (TRILOBITA) y ACROSPIRIFER (BRACHIOPODA) y su implicancia en el análisis sedimentario y tectonoambiental*. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, Vol. 94 pp. 5-15.

EMERY D. & MYERS K. (1996).- *Sequence Stratigraphy*: Blackwell Science Ltd. Editorial Offices, Oxford, Reino Unido, pp. 297.

INTERNATIONAL SUBCOMMISSION OF STRATIGRAPHICAL CLASSIFICATION (1994).- *International stratigraphic guide*; Ed. Herberg, H.; I. Wiley and Sons; New York, pp. 207

KHUN T. (1970).- *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de la Cultura Económica, pp. 314.

MALUMIAN N. (2002).- *Comunicación verbal durante el Curso de Micropaleontología aplicada al Cartografiado Geológico*: INGEMMET, pp. 49.

MENDIVIL S. (1984).- *Criterio de Clasificación Litomorfo Estructural: El Ingeniero Geólogo N° 22, Año XXXIV*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, pp. 61.

PAREDES J. (1964).- *Estratigrafía del Paleozoico en la Costa del Departamento de Arequipa*. Tesis de Bachiller, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, pp. 42.