

Sobrevaloración de la salinidad en la eutroficación: necesidad de un nuevo modelo descriptivo e hidrodinámico para el lago de Maracaibo

Carlos Luis Bello C.†

*Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia.
Maracaibo 4011, Zulia, Venezuela.*

En un análisis sobre los distintos trabajos de investigación realizados en el lago de Maracaibo no existen referencias sobre las características del cono hipolimnético bajo la óptica de que este represente un tipo de lago que se caracteriza por un gradiente diferencial de salinidad, aunque todos se refieren a la misma. Con esto quiero decir que, aunque se disponía de la información, ésta se subscribió a una clasificación de tipo holomítico, en donde la estratificación del agua, determinada por la temperatura, separa las distintas capas de acuerdo a como penetre la luz y sus diferentes absorbancias con la profundidad, incrementando la temperatura en la superficie y disminuyendo progresivamente en profundidad. Existe, por lo general, circulación total en la columna de agua. La densidad del agua presenta un comportamiento relacionado con dicha temperatura; un comportamiento típico de los lagos de agua dulce. En contraposición existen algunos lagos que no presentan estratificación completa; en ellos las capas profundas no se mezclan con la masa principal del agua. Los estratos de agua de estos lagos son muy peculiares y se designan con tres términos distintos a los usados para los lagos holomíticos normales. El estrato más profundo, que permanece sin mezclarse, constituye el monimolimnio. Por encima de él está el mixolimnio que sufre una circulación periódica. Estos dos estratos se hallan separados por un gradiente de salinidad, denominado quimolimnio. Una concentración salina de 1 g/l aumenta la densidad del agua en aproximadamente 0,0008. Este cambio del peso específico es muy grande al compararlo con los cambios de densidad asociados con la temperatura. La diferencia de densidad entre 4 y 5 ° C es de 0,0008, requiriéndose sólo 10 mg/l de concentración de sal para obtener el mismo efecto de resistencia a la mezcla. Esta diferencial de la temperatura determinada por la salinidad se denomina meromixis y se podría generalizar a todo el lago de Maracaibo, sin embargo, es en el

como mal denominado hipolimnético, donde esta clasificación se destaca sobremanera. De acuerdo a los estratos definidos anteriormente el nombre más adecuado sería “Cono monimolimnético”. El cono lo clasificaríamos de acuerdo a los orígenes que determinan su estratificación como una meromixis parcial ectogénica. Es posible que a este fenómeno contribuyan de manera aditiva los grandes aportes de materia orgánica, aunque esta tiende a ser más inestable. El cono puede ser más claramente definido como una meromixis parcial ectogénica-biogénica. Indudablemente será más estable por los aportes de salinidad.

Entonces, el lago de Maracaibo estaría constituido por tres capas, el monimolimnio que nunca se mezcla, análogo al hipolimnio; el quimolimnio que representa la zona de gradiente de la temperatura y salinidad (metalimnio) y el mixolimnio que representa la capa de mezcla, y que se ve fuertemente afectado por el viento, descarga de ríos, etc., equivalente al epilimnio de los lagos holomíticos, y que representa las aguas de mínima densidad salina (por lo general aguas dulces).

La mayoría de los trabajos tienden a describir el efecto de los cambios en la forma del cono en las distintas épocas del año. Por lo general, el cono se aplasta y se acerca al fondo del lago durante la época de lluvias, perdiendo su forma de cono. Durante el periodo seco, los ríos que fluyen al lago merman su caudal y la descarga es menor, por ello el peso sobre la columna salina disminuye, la cual recupera su forma de cono, y como señalan los trabajos, mantiene sus concentraciones salinas y de otros elementos químicos casi intactas. Resulta curiosa esta rápida recuperación, aún en épocas posteriores a la descarga de grandes volúmenes de agua por periodos lluviosos copiosos, como ocurre con La Niña. Durante estos periodos lluviosos se dice que el cono es disuelto por la fuerza del agua dulce y que desaparece. Creo que en la realidad esto no ocurre, y lo que se debería

observar con un análisis que comprenda esta idea, es que el cono podría cubrir casi toda la superficie del fondo del lago, pero con un espesor de pocos centímetros o desplazarse a zonas fuera del sitio acostumbrado. Es más probable que se achate de manera muy drástica. Una rápida recuperación de las condiciones químicas del cono después de estas lluvias torrenciales resulta poco probable. Si esto que estoy diciendo es verdad, significa que la información disponible sobre la dinámica hidrológica del lago y sus modelos de funcionamiento deben ser revisados y adaptados a esta nueva realidad.

Los estudios sobre la dinámica del epilimnion, considerados ahora como una capa mixolimnética, presentan otro matiz. Los estudios de las características de la distribución físico-química y biológica de perfiles verticales del lago, y en especial del cono, fueron interpretados de manera equívoca durante todos estos años. Todos los datos obtenidos hasta un metro de profundidad por distintos investigadores e instituciones deben ser reinterpretados o desechados.

Esbozaré, hipotéticamente, cuál podría ser la dinámica hidrológica del lago y su cono. La cuenca del lago de Maracaibo es centrípeta e interna y con una salida al mar. La mayoría de los grandes ríos del mundo, presentan cuencas dendríticas con salida abierta al mar, formando deltas y estuarios. Desembocan estos ríos sobre la plataforma continental del mar y se desparraman con todos sus elementos de acuerdo a una serie de condiciones locales; pendiente de la plataforma marina, caudal del río, transporte de sedimentos, si son aguas blancas o negras, la vegetación, el clima, la precipitación y la temperatura. Existe, de acuerdo a estas condiciones, una clasificación de los estuarios y deltas.

El lago de Maracaibo es atípico de acuerdo a su cuenca centrípeta e interna y no se asemeja a otros estuarios o inicio de formas deltaicas de otras partes del mundo. La creación de un canal artificial permite un mayor contacto con el mar y una salida más expedita de las aguas dulces acarreadas por los ríos al lago. Los ríos se convierten en vectores de fuerza que influyen con su masa, sobre la masa de agua salada que entra por el canal artificial, desplazándolas de acuerdo a su volumen y energía potencial. El movimiento de estas aguas saladas ocurrirá en el fondo del lago de acuerdo a su mayor densidad. Estas aguas marinas del fondo por definición (presentan una alta resistencia térmica), nunca se mezclan. Las aguas dulces, sobre todo en época de lluvias, ocupan todo el perfil de profundidad desde su desembocadura en el lago ya que empujan y desplazan las aguas salinas del fondo. Es decir, que el lago presenta condiciones holomícticas en las zonas de gran influencia de los ríos. Los ríos de mayor caudal tendrán mayor influencia sobre el movimiento de estas aguas salinas y su ubicación en el lago de Maracaibo.

Que el lago presente una cuenca interna que no desemboca directamente en el mar sino a través de un estrecho, define algunos aspectos de la hidrodinámica; las aguas dulces tienden a salir por arriba y por las márgenes del estrecho. Por el fondo y por la margen contraria entra el agua del mar. A todo esto hay que sumarle el efecto de las mareas que al igual que los ríos, pero de manera más periódica y regular, permite mayor o menor entrada de aguas marinas de acuerdo a su volumen y energía potencial. Se debe considerar también la fuerza de Coriolis debido a la gran masa de agua del lago. Sin embargo, sus efectos deben ser más evidentes en las capas del mixolimnion. Es por toda esta dinámica, que resulta lógico pensar que el lago de Maracaibo es realmente un lago meromíctico.

Si consideráramos por un momento, que los ríos cesen sus caudales o los disminuyan apreciablemente, como se observa para algunas épocas de sequías extremas, el cono monimolimnético cubriría grandes extensiones del fondo a la superficie y se podrían observar claramente los estratos mencionados, típicos de los lagos meromícticos.

La denominación de parcial, se refiere a que las aguas más saladas y pesadas que se deberían mantener en el fondo son empujadas a la costa oriental del lago debido al poderoso efecto del río Catatumbo y a los otros ríos que generan los patrones de corrientes que se crean en el lago, junto con las mareas y el viento. Toman la forma de cono análogamente, al igual que un vórtice creado por una licuadora, desplazada fuera del centro. Este enfoque sobre la dinámica del lago permite comprender los efectos de la cuña salina y cuya formación probablemente sea antigua, pero menos marcada.

Resulta indudable, de acuerdo con los datos suministrados por algunos investigadores, que en el siglo pasado hubo un incremento general de la salinidad por el dragado del canal de navegación a lo largo del estrecho. Un incremento salino de 2‰ en el lago de Maracaibo, además ha elevado la estabilidad en el cono. Un cálculo de la resistencia térmica relativa en un perfil del cono revelaría cuáles son las fuerzas y efectos necesarios para que el viento o las corrientes pudieran romper y mezclar las aguas que forman el cono. En mis estimaciones preliminares he podido observar valores relativamente altos, comparados con los que se obtienen para los lagos holomícticos.

Estas consideraciones e indicios me han convencido de la necesidad de aceptar que hemos venido manejando una noción limnológica errónea del lago de Maracaibo, un sistema no holomíctico sino meromíctico, y sobre esta base, por muchos años fallida, también sobreestimando los efectos de la salinidad del lago en su proceso de eutrofización. Se impone la necesidad de un nuevo modelo descriptivo e hidrodinámico del lago de Maracaibo.