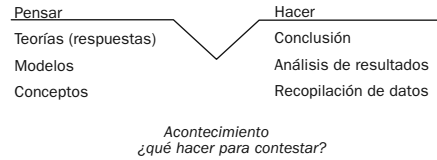


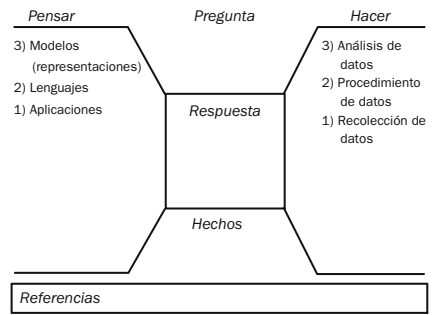
y ambiental, así como mitigar los daños económicos en cada una de las regiones costeras.

#### IV. El diagrama heurístico

Una vez formulada la pregunta que de alguna manera concreta un problema, la mejor estrategia para abordar su resolución parece ser la diseñada hace unos años por Gowin a través de su ya famosa *Ve* epistemológica o heurística:



Otra forma en que puede resolverse el diagrama heurístico es la siguiente:



Y para evaluarlo se plantea la tabla de registro de aprendizaje.

#### V. Actividades

- Una vez terminado el mapa de conceptos, pedir a los alumnos que se planteen una pregunta de investigación a partir de la lectura del artículo de referencia y el de la *Gaceta UNAM* o utilicen la planteada en la guía.
- Guiar a los alumnos en el proceso de investigación por medio de los artículos, y otras fuentes de consulta (Internet, entrevista personal con investigadores, YouTube, libros, etc.) y resolver el diagrama heurístico en cualquiera de sus versiones.
- Compartir sus diagramas con el resto de la clase y autoevaluar su desempeño y aprendizaje por medio de esta estrategia.
- Plantearse al final: ¿cuándo y bajo qué circunstancias comerías moluscos bivalvos en las costas mexicanas?

#### Registro de aprendizaje

	Puntos	Características
Hechos	0	No hay
	1	Se identifican hechos (referencias)
	2	Se identifican algunos conceptos
	3	Se identifica algún aspecto metodológico
Pregunta	0	No hay
	1	Hay una pregunta
	2	Hay una pregunta basada en los hechos
	3	Además incluye conceptos o aspectos metodológicos
Conceptos	0	No hay
	1	Se identifican aplicaciones presentes
	2	Se identifica lenguaje presente
	3	Se identifican modelos presentes
	4	Se identifican aplicaciones pasadas
	5	Se identifica lenguaje pasado
	6	Se identifican modelos pasados
Metodología (presente, para contestar la pregunta)	0	No hay
	2	Recolección de datos (referencias) de acuerdo con la pregunta
	4	Procesamiento de datos
	6	Análisis de datos
Respuesta	0	No hay
	1	Semejante al análisis de datos
	2	Además incorpora hechos
	3	Además incorpora conceptos

#### VI. Bibliografía

López Patricia, "Las mareas rojas son cada vez más frecuentes", en *Gaceta UNAM*, No. 4, 172, julio de 2009.

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.

# Marea roja

## Los riesgos de comer mariscos

Por: Rosa María Catalá  
Abril 2010

De: Coral Leyva Hernández y Laura Vargas-Parada  
No. 137, p. 30

#### Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, como un complemento a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso "broche de oro" para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

#### I. Relación con los temarios del Bachillerato UNAM

Esta guía y el artículo de referencia pueden utilizarla maestros de ciencias de la salud, biología, geografía y anatomía, y puede abordarse desde cualquier perspectiva e intención didáctica. La idea es que, a partir de la información que se presenta, los alumnos lleguen a plantear y contestar preguntas interesantes por medio de la relación entre teoría y práctica (hechos y conocimientos para explicar resultados y llegar a conclusiones). La guía se basa en la información del artículo de referencia y del artículo sobre los aumentos de marea roja aparecido en la *Gaceta UNAM* de julio de 2009.

#### II. Un proyecto sobre la marea roja y las intoxicaciones

En guías anteriores hemos abordado ya el tema de los trabajos de investigación basados en la indagación, también conocidos como trabajos por proyectos. Existe actualmente mucha información al respecto de esta estrategia de aprendizaje que puede consultarse para reforzar el contenido de esta guía y para familiarizarse con los principales términos y actividades que plantea si no se ha trabajado todavía en la clase. Entre las ventajas de esta modalidad se encuentra el dar respuesta a situaciones de interés para los alumnos, a las que sólo puede llegarse por medio de los conocimientos teóricos que ellos tienen (lo que han aprendido previamente o durante las últimas clases) y nueva información que deben obtener por distintos medios. En el artículo de referencia, muchos de los aspectos teóricos importantes están muy bien descritos, de manera que, como parte de la estrategia de aprendizaje y de indagación, se plantea primero hacer un mapa de conceptos con los principales términos teóricos que aparecen en la lectura y luego trabajar un diagrama heurístico para dar respuesta a una pregunta.

En esta guía se incluye una pregunta que puede resultar de interés y se describe un ejemplo de cómo se resuelve por medio del diagrama

heurístico, pero se entiende que cada alumno o grupo de alumnos pueden hacer otras preguntas y seguir el procedimiento equivalente para llegar a sus propias respuestas y compartirlas con el resto del grupo al término del proceso.

### III. El proceso de indagación o trabajo por proyecto

Recordemos que un proyecto de ciencias es un trabajo de una o dos semanas de duración, que preferentemente se realiza en equipo y donde se aplican los conocimientos adquiridos para resolver una situación problemática. Se compone de varias fases (planeación, desarrollo, análisis, conclusiones, autoevaluación) y la idea es que ayude a los alumnos a pensar críticamente, tomando en cuenta siempre más de una variable, y evitar un conocimiento que sólo consiste en repetir saberes.

#### ¿Cómo planear un proyecto alrededor del tema de la marea roja?

En primer término hay que pensar en una pregunta que surja de la lectura del artículo. Debido a que éste menciona que la primera marea roja que se detectó en México fue en 1979, se proponen las preguntas: ¿Por qué han ido aumentando los registros de mareas rojas en el mundo desde la década de los 80? y ¿qué fenómenos recientes referentes al clima o a los ecosistemas marinos pudieron provocar la proliferación de mareas rojas hace tres décadas? El artículo mismo puede darnos algunas pistas, y para ello se plantea hacer un mapa de conceptos, que debería incluir 15 o más de los siguientes:

-marisco	-bivalvos
-ostión	-gasterópodos
-molusco	-envenenamiento
-crustáceos	-marea roja
-cefalópodos	-fitoplancton
-toxinas	-branquias
-canal de sodio	-membrana celular

-cianobacterias	-nutrientes
-dinoflagelados	-temperatura
-algas verdes	-envenenamiento neurotóxico
-diatomeas	-envenenamiento paralítico
-zooplancton	-envenenamiento diarreico
-filtración	-floraciones algales
-sinapsis	

También puede hacerse un mapa con las consecuencias en la salud del paciente intoxicado; sobre el tratamiento; la forma en que se muestrean los mariscos para saber si tienen acumulación peligrosa de toxina; el impacto en los ecosistemas de las mareas rojas, etc. Cada equipo del salón de clases puede, de hecho, hacer un mapa de cada parte del artículo.

Al terminar los mapas y analizarlos, es importante armar un cuadro en el que se identifique lo que se sabe o se ha aprendido en el proceso. A estos datos concentrados los conocemos como hechos:

Las mareas rojas	Información relevante
¿Qué son?	
¿Qué hipótesis hay sobre lo que las produce?	
¿Qué variables de la actividad humana (climáticas o de contaminación del mar) están involucradas?	
¿Cómo se detectan?	
¿A qué especies afectan principalmente?	

Para poder completar el cuadro anterior sería importante ampliar la información, lo que se logra por medio de la lectura y análisis de otro artículo, el de Patricia López en la *Gaceta UNAM* de julio de 2009, que se reproduce parcialmente a continuación:

#### La marea roja

Las mareas rojas son cada vez más frecuentes en México a causa del deterioro ambiental de las costas; el problema radica en la reproducción masiva de algunos microorganismos tóxicos que ocasionan la muerte de peces, crustáceos, aves e incluso el ser humano, expuso Sergio Licea Durán, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Los florecimientos algales nocivos, mejor conocidos como mareas rojas, se caracterizan por el cambio en la coloración del agua, ocasionado por la presencia de cianobacterias, microalgas y ciliados. Las toxinas son productos del metabo-

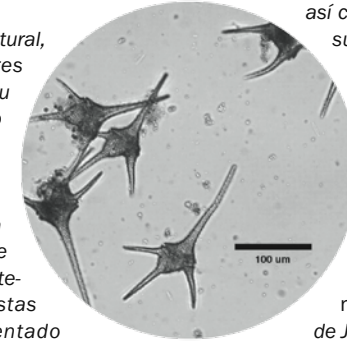
lismo de ciertas algas microscópicas que causan la mortalidad masiva de algunos organismos, sobre todo porque a veces prevalecen especies dañinas o tóxicas que pueden envenenar a diversos seres vivos.

Aunque es un fenómeno natural, también hay varios factores ambientales que favorecen su proliferación, como aumento en la temperatura del mar, corrientes oceánicas, vientos, surgencias, ausencia de competencia, contaminación antropocéntrica y el agua de lastre de los buques. El deterioro ambiental en las costas mexicanas se ha incrementado debido al desarrollo de la acuicultura, el impulso turístico y la descarga de aguas residuales, ocasionando eutrofización (abundancia anormalmente alta de nutrientes) y desequilibrio en el ambiente marino. Se ha encontrado una relación directa entre el desarrollo regional y el incremento en intensidad y duración de los florecimientos algales nocivos, agregó el académico.

Las mareas rojas también generan mermas económicas en la pesca y el turismo. Los florecimientos algales nocivos, además de causar pérdidas económicas, también son peligrosos porque causan trastornos en la salud y en algunas ocasiones decesos, como ha ocurrido en Sinaloa, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

#### Su presencia en México

Los primeros registros en el país son de hace dos siglos y ocurrieron en el Golfo de México. Hasta 1979 se documentaron los primeros envenenamientos paralizantes en seres humanos por consumo de mariscos en el Golfo de California. En el Pacífico mexicano, los reportes de mareas rojas datan de 1878; posteriormente, se conocieron más casos en 1943, 1959, 1967, 1987 y 1991, y de 1993 a la fecha se presentan con mayor frecuencia. Estos eventos son comunes todo el año en el Golfo de California. Análisis recientes indican que en esta zona los periodos anormalmente cálidos producen disminuciones drásticas en la abundancia de algunas especies como la *Gymnodinium catenatum* (causante de envenenamiento en humanos), mientras que las surgencias (periodos de enriquecimiento de las aguas superficiales) y bajas temperaturas favorecen estos eventos a lo largo de las costas



del Pacífico mexicano. En la bahía de Mazatlán, Sinaloa, han sucedido esos fenómenos en los últimos 25 años y con el paso del tiempo ha aumentado el número de especies tóxicas, así como la duración y frecuencia de sus florecimientos. Desde el año 2000, la permanencia de la marea roja por más de 30 días se ha vuelto frecuente.

En 1979, 1988 y 1994 se presentaron varias intoxicaciones por el consumo de ostiones y almejas, lo que ocasionó el envenenamiento paralítico en humanos por *Gymnodinium catenatum*. En la costa de Jalisco el primer florecimiento fue en mayo de 1981, con la proliferación de *Noctiluca scintillans*, *Ceratium* sp. y *Cochlodinium polykrikoides*, lo que generó la muerte masiva de peces en Bahía de Banderas. En aquella ocasión, la mancha de color rojo óxido alcanzó nueve kilómetros de extensión y alteró el funcionamiento de las agallas en peces. En Michoacán se han detectado 20 especies potencialmente tóxicas entre las que destacan *Akashiwo sanguinea*, *Alexandrium catenella*, *Amylax triacantha*, *Ceratium furca*, *Ceratium balechii*, *Dinophysis fortii* y *Gymnodinium catenatum*. En la bahía de Acapulco hubo un florecimiento con duración de 90 días entre octubre y diciembre de 1995, con 193 intoxicados y tres decesos. Los daños económicos ascendieron a más de dos millones de pesos no sólo por la veda de mariscos, sino también por la muerte masiva de peces y tortugas. Eventos más recientes han ocurrido en 2007 y 2008, en la época otoñal. En las costas de Oaxaca, el primer fenómeno sucedió en diciembre de 1989 y la especie responsable fue *Pyrodinium bahamense* var. *compressa*. Su presencia en las aguas marinas se tradujo en 99 personas intoxicadas y tres fallecimientos. En Puerto Madero, Chiapas, se detectó la presencia de *Pyrodinium bahamense* var. *compressa*, del 9 noviembre de 1992 al 25 de febrero de 1993, y de agosto de 2001 a febrero de 2002.

Especialistas del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y otras instituciones académicas determinaron que hubo un incremento de las mareas rojas en los últimos años; por ello, es necesario estudiar estos eventos de forma multidisciplinaria, fortalecer una red de monitoreo que permita disminuir los riesgos en la salud pública