

Vol. 1 Num. 1 enero – julio 2026

# **TIGRIS**253

**“Ciencia, Tecnología y Pensamiento Crítico”**



**ANÁLISIS  
DE CALIDAD  
DEL AGUA**

**EL ADN Y  
LA EVOLUCIÓN**

**CÓDIGOS DE  
BARRAS GENÉTICOS**

**Revista de Divulgación Científica del CBTIS 253**

**“Ciencia, Tecnología y Pensamiento Crítico”**

Una publicación del Centro de  
Bachillerato Tecnológico Industrial  
y de Servicios No. 253

Mtro. José Sandro Reyes Santos  
Director del Plantel

Dr. Littbarsky Lazo Gómez  
Jefe del Departamento de  
Vinculación CBTIS 253

Dr. Juan Ramón Beltrán Castro  
Responsable Club de Ciencias

Dr. Eder Delgado Castillo  
Presidente de la ALIDET



| Contenido                                                                         | Pag. |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| Presentación                                                                      | 2    |
| Semana de Ciencia y Tecnología 2025                                               | 3    |
| Un código de barras para los peces: cuando la genética revela asuntos sospechosos | 4    |
| Concurso de Proyectos de Emprendimiento y Prototipos                              | 7    |
| La Península de Yucatán: ¿rumbo a una crisis del agua?                            | 8    |
| 1er Encuentro Académico Estatal de experiencias exitosas                          | 14   |

# Presentación

**TIGRIS 253** es la revista de divulgación científica del Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 253, concebida como un espacio para observar, analizar y comunicar la ciencia desde la comunidad escolar.

El nombre *TIGRIS* (Tigre en latín) representa la mirada atenta, crítica y rigurosa con la que se construye el conocimiento científico: una ciencia que explora, cuestiona y avanza con determinación. Bajo esta identidad, la revista busca acercar la ciencia y la tecnología de manera accesible, promoviendo la curiosidad, el pensamiento crítico y el interés por comprender los fenómenos que explican nuestro entorno.

Esta publicación integra aportaciones de estudiantes y docentes, fomentando la participación activa, el desarrollo de habilidades científicas y comunicativas, así como una actitud ética y responsable frente al conocimiento. En **TIGRIS 253**, la ciencia no se limita al aula, sino que se conecta con la vida cotidiana, la innovación y los retos actuales de la sociedad.

Con cada edición, **TIGRIS 253** reafirma el compromiso del **CBTIS 253** con la formación integral de sus estudiantes, impulsando una cultura científica sólida que fortalezca su preparación académica y su papel como ciudadanos críticos y conscientes.

# SEMANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA 2025



Con gran éxito se llevó a cabo la **Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT) 2025** en el CBTis No. 253, consolidándose como un espacio clave para la divulgación científica y el fortalecimiento del interés por la ciencia y la tecnología en la comunidad estudiantil.



Durante esta jornada se realizaron **talleres interactivos y ponencias especializadas** impartidas por investigadores y estudiantes de posgrado, quienes compartieron conocimientos, experiencias y avances científicos en diversas áreas del saber.



Asimismo, se realizaron **visitas académicas a la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo**, fortaleciendo la vinculación con la comunidad científica y motivando a las y los estudiantes a desarrollar proyectos en proceso, con un enfoque en la innovación y el pensamiento crítico.



# Un código de barras para los peces: cuando la genética revela asuntos sospechosos

**Juan Ramón Beltrán Castro**<sup>1</sup>  
(Doctor en Ciencias Marinas)

<sup>1</sup>Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de servicios No. 253, Calle Sac-Xan 555, Col. Solidaridad, Chetumal, Quintana Roo 77086, México; ramon.beltran@cbtis253.edu.mx



## RESUMEN

La sustitución de especies en productos pesqueros es un problema frecuente con consecuencias económicas, ecológicas y de salud pública. Para enfrentar esta situación, la biología molecular ha desarrollado herramientas como el código de barras genético (*DNA barcoding*) y el RFLP, que permiten identificar peces de manera confiable aun cuando su apariencia externa ha sido alterada por el procesamiento. El *DNA barcoding* utiliza el gen mitocondrial CO1 como una huella molecular que se compara con bases de datos internacionales, mientras que el RFLP se basa en patrones de fragmentos generados por enzimas de restricción. Ambas técnicas facilitan la detección de fraudes, fortalecen la trazabilidad de los productos del mar y apoyan la conservación de la biodiversidad. Así, la genética se convierte en una herramienta clave para garantizar transparencia, proteger al consumidor y mejorar el manejo de los recursos pesqueros.

**Palabras claves** — Trazabilidad, Fraude alimentario, Biología molecular, Identificación de especies.



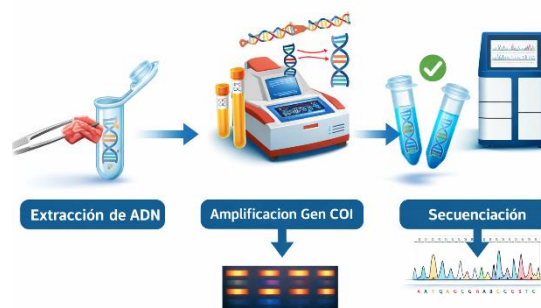
A simple vista, muchos peces se parecen entre sí. Fileteados, congelados o ya cocinados, distinguir una especie de otra puede ser prácticamente imposible, incluso para consumidores experimentados. Sin embargo, detrás de esta aparente simplicidad se esconde un problema serio: la sustitución de especies, un fenómeno más común de lo que imaginamos y con implicaciones ecológicas, económicas y de salud pública. Para enfrentar este “asunto sospechoso”, la ciencia ha desarrollado herramientas moleculares cada vez más precisas, entre ellas el código de barras genético y la técnica de RFLP.

El *DNA barcoding* o código de barras de ADN es una metodología que permite identificar especies a partir de un fragmento corto y estandarizado de su material genético. En el caso de los peces, el gen más utilizado es el CO1 (citocromo c oxidasa subunidad 1), localizado en el ADN mitocondrial. Este fragmento actúa como una huella molecular: es muy similar entre individuos de la misma especie, pero presenta diferencias claras entre especies distintas (Ward et al., 2005).

El procedimiento consiste en obtener una pequeña muestra de tejido — que puede provenir de un organismo completo, un filete o incluso de productos procesados—, extraer el ADN y amplificar el gen CO1 mediante técnicas de biología molecular (Figura 1). Posteriormente, la secuencia obtenida se compara con bases de datos internacionales como *BOLD* o *GenBank*, que concentran miles de secuencias de referencia previamente identificadas.

Complementaria al *DNA barcoding*, una técnica ampliamente utilizada es el RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) o polimorfismo de longitud de fragmentos de restricción. En este enfoque, el ADN amplificado se corta

utilizando enzimas de restricción, que actúan como tijeras moleculares y reconocen secuencias específicas. Debido a las diferencias genéticas entre especies, los sitios de corte varían, generando patrones de fragmentos de distinto tamaño (Pérez-Quiróñez et al., 2020).



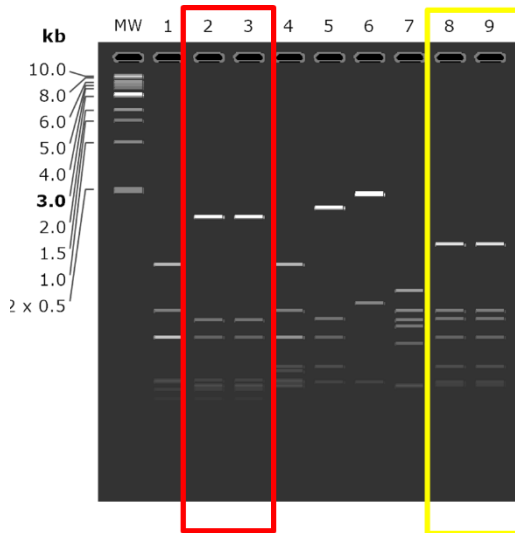
**Figura 1.-** Diagrama de flujo que muestra de manera general los pasos de amplificación (PCR) del *Gen CO1*

Estos fragmentos se separan mediante electroforesis en gel, produciendo un patrón visual característico para cada especie, comparable a un “código de barras” tradicional (Figura 2). Así, sin necesidad de secuenciar el ADN, el RFLP permite distinguir especies de manera rápida y relativamente económica, lo que resulta especialmente útil en análisis de rutina o en laboratorios con recursos limitados.

Ambas técnicas tienen aplicaciones clave en la detección de fraude en productos pesqueros. Diversos estudios han demostrado que una proporción significativa de los pescados comercializados bajo un nombre específico no corresponde realmente a la especie anunciada. En muchos casos, especies de alto valor comercial son sustituidas por otras más baratas, engañando al consumidor y distorsionando el mercado.

Las implicaciones van más allá del aspecto económico. Desde el punto de vista ecológico, la sustitución de especies dificulta el manejo pesquero y puede

ocultar la sobreexplotación de poblaciones vulnerables o protegidas. En términos de salud pública, algunas especies sustitutas pueden contener toxinas, alérgenos o concentraciones elevadas de contaminantes que no se esperan en la especie original.



**Figura 2.-** Patrones de RFLP obtenidos mediante electroforesis en gel de agarosa. Los fragmentos resaltados en rojo corresponden a individuos de la misma especie, mientras que los señalados en amarillo representan una especie distinta, evidenciando las diferencias en los perfiles de restricción

Aquí es donde herramientas como el *DNA barcoding* y el RFLP se convierten en aliadas estratégicas. Mientras que el *barcoding* ofrece una identificación precisa basada en secuencias genéticas y bases de datos globales, el RFLP destaca por su rapidez, menor costo y facilidad de implementación. Juntas, proporcionan evidencia científica sólida para la vigilancia sanitaria, la regulación pesquera y la protección del consumidor.

Además de su uso en el control comercial, estas técnicas han transformado la investigación en biodiversidad. Han permitido detectar especies crípticas, mejorar los inventarios biológicos y profundizar en el conocimiento de la diversidad genética de los ecosistemas acuáticos, especialmente

en regiones donde la identificación morfológica es complicada o insuficiente.

No obstante, estas metodologías no son infalibles. Su efectividad depende de la correcta selección de marcadores genéticos, de la calidad de las bases de datos de referencia y de un muestreo adecuado. Por ello, el trabajo conjunto de taxónomos, genetistas y ecólogos sigue siendo esencial para garantizar interpretaciones confiables.

En un contexto donde los productos del mar recorren largas cadenas de distribución antes de llegar a nuestra mesa, la genética molecular se ha convertido en una herramienta cotidiana, aunque invisible. Gracias al código de barras genético y al RFLP, lo que antes era un simple “asunto sospechoso” hoy puede resolverse con patrones moleculares, enzimas de restricción y evidencia científica. Así, la biología molecular contribuye de manera directa a la conservación, la transparencia y la confianza del consumidor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Pérez-Quiñonez, C. I., Quiñonez-Velázquez, C., & García-Rodríguez, F. J. (2020). A simple method for the genetic identification of commercially important species in the *Opisthonema* genus Gill, 1861 in the southern Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 46(3). <https://doi.org/10.7773/cm.v46i3.3059>
- Ward, R. D., Zemlak, T. S., Innes, B. H., Last, P. R., & Hebert, P. D. N. (2005). DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1462), 1847-1857. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>

# Concurso de Prototipos y Proyectos de Emprendimiento 2026



El pasado **5 de diciembre**, se llevó a cabo el Concurso de Prototipos y Proyectos de Emprendimiento, un espacio dedicado a la creatividad, la innovación y la aplicación del conocimiento científico y tecnológico.

El concurso permitió a las y los participantes integrar conocimientos de distintas áreas para desarrollar prototipos funcionales y propuestas de emprendimiento con enfoque innovador.



Cada proyecto reflejó el compromiso del estudiantado con la ciencia, la tecnología y la búsqueda de soluciones creativas a necesidades del entorno.

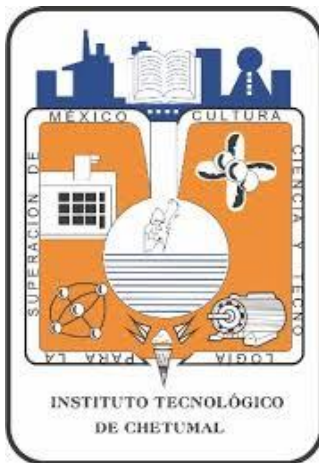
A través de la exposición y evaluación de los proyectos, el evento fomentó el aprendizaje activo, la comunicación de ideas y la confianza en el talento joven. Actividades como esta consolidan al Club de Ciencias *Tigris 253* como un espacio de formación científica, liderazgo y emprendimiento.



# La Península de Yucatán: ¿rumbo a una crisis del agua?

**Plutarco Hernández-Hernández<sup>1</sup>**  
(Maestro en Manejo de Zonas Costeras)

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/IT  
Chetumal, Av. Insurgentes 330, 77013  
Chetumal, Quintana Roo, C.P. 77013  
México; D12390410@chetumal.tecnm.mx



## RESUMEN

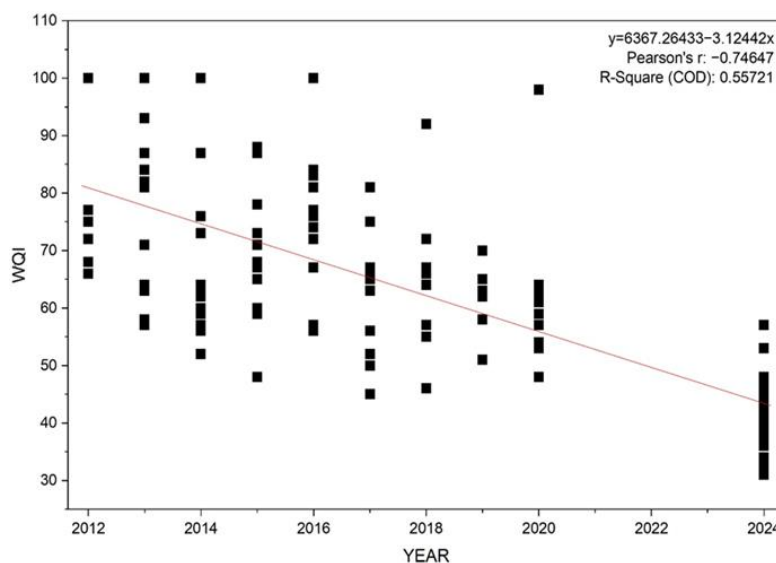
La Península de Yucatán, reconocida por sus lagos y cenotes de agua turquesa, enfrenta un deterioro acelerado en la calidad del agua. Un estudio con datos de 2012–2024 y 29 lagos muestreados en 2024 muestran una tendencia clara: el **Índice de Calidad del Agua (WQI)** disminuye ~3 puntos por año, mientras que el **Índice de Estado Trófico (TSI)** aumenta más de 2 puntos anuales, indicando contaminación creciente y mayor eutrofización. Solo Bacalar Centro y Xul-Ha mantienen condiciones “aceptables”; la mayoría de los sistemas presentan calidad “pobre” y estados tróficos meso- a hipereutróficos. Las causas principales son el crecimiento urbano y turístico sin suficiente tratamiento de aguas residuales, la agricultura intensiva y los efectos del cambio climático. De continuar esta tendencia, aumentarán las floraciones algales, los riesgos sanitarios y la pérdida de servicios ecosistémicos. El estudio subraya la urgencia de mejorar el saneamiento, regular el desarrollo y fortalecer el monitoreo ambiental.

Palabras claves: Calidad del agua, tendencia de la calidad, eutrofización, deterioro.

## ABSTRACT

The Yucatán Peninsula, known for its turquoise lakes and cenotes, is experiencing a rapid decline in water quality. A study using data from 2012–2024 and 29 lakes sampled in 2024 reveals a clear trend: the **Water Quality Index (WQI)** drops by ~3 points per year, while the **Trophic State Index (TSI)** rises by more than 2 points annually, reflecting increasing pollution and eutrophication. Only Bacalar Centro and Xul-Ha remain in “fair” condition; most systems show “poor” water quality and meso- to hypereutrophic states. Drivers include accelerated urban and tourism growth without adequate wastewater treatment, intensive agriculture, and climate change impacts. If trends continue, algal blooms, health risks, and loss of ecosystem services are expected to increase. The study highlights the urgent need for improved wastewater management, regulated land use, sustainable agricultural practices, and stronger monitoring programs.

**Key words:** Water quality, trend in water quality, eutrophication, deterioration.



Tendencia de la calidad del agua de la Península de Yucatán durante la última década (imagen tomada de Hernández-Hernández et al. 2026)

## INTRODUCCIÓN

La Península de Yucatán suele imaginarse como un paraíso azul turquesa: cenotes cristalinos, lagunas transparentes y playas que atraen a millones de turistas cada año. Sin embargo, detrás de esa postal se esconde una tendencia preocupante: la calidad del agua en los lagos y cuerpos de agua interiores está empeorando de forma constante, mientras que la eutrofización (proceso por el cual los cuerpos de agua se enriquecen en nutrientes y se vuelven más verdes y turbios) va en aumento. Un estudio reciente, que analizó diez sistemas acuáticos continentales entre 2012 y 2024 y otros 29 lagos muestreados en 2024, ofrece una radiografía clara de lo que está ocurriendo y de lo que podría pasar si seguimos por el mismo camino.

Para evaluar estos cambios, el estudio utilizó dos indicadores integradores. El Índice de Calidad del Agua (WQI) resume en un solo valor variables como temperatura, oxígeno disuelto, bacterias coliformes, nutrientes, turbidez y sales disueltas; según su clasificación, valores entre 90–100 indican agua “excelente”, 70–89 “buena”, 50–69 “aceptable”, 30–49 “pobre” y menos de 29 “muy pobre”. El Índice de Estado Trófico (TSI) se basa en nutrientes y clorofila-a para indicar si un cuerpo de agua es oligotrófico (claro y pobre en nutrientes), mesotrófico, eutrófico o hipereutrófico (altamente cargado de nutrientes, turbio y con alto riesgo de floraciones de algas). Al analizar la tendencia de estos índices entre 2012 y 2024 mediante pruebas estadísticas robustas, los autores encontraron que el WQI disminuye alrededor de 3 unidades por año, mientras que el TSI aumenta más de 2 unidades anuales. Es decir, el agua cada vez está más contaminada y los lagos se están moviendo hacia estados más eutróficos; no se trata de fluctuaciones pasajeras, sino de una tendencia clara y significativa.

Cuando se amplió la “foto” al año 2024

con el muestreo de 29 lagos adicionales, el panorama fue contundente: solo dos sitios —Bacalar Centro y Xul-Ha— mostraron una calidad de agua considerada “aceptable”, mientras que todos los demás sistemas presentaron calidad “pobre” de acuerdo con el WQI. El TSI, por su parte, reveló un gradiente que va desde condiciones oligotróficas hasta casos extremos de hipereutrofia, como La Sabana (en sus tres subcuencas), Nopalitos, El Ocho o Chacchoben. En La Sabana Norte, por ejemplo, se registraron concentraciones muy altas de clorofila-a, nutrientes y coliformes, asociadas a descargas de aguas residuales urbanas; en Nopalitos, la combinación de conductividad y sólidos disueltos extremadamente elevados, junto con alta demanda bioquímica de oxígeno y abundantes coliformes, apunta a una fuerte presión antrópica.

De acuerdo a los resultados, la mejor calidad de agua se concentra en la zona central y occidental de la Península, así como en el corredor hidrológico de Bacalar en el sur, donde el desarrollo urbano e industrial es relativamente menor y las condiciones geomorfológicas favorecen la infiltración. En contraste, la costa del Caribe —próxima a grandes centros turísticos como Cancún, Playa del Carmen, Tulum y Chetumal— muestra los valores más bajos de WQI, es decir, peor calidad de agua. El patrón del TSI indica estados tróficos más altos (mesotróficos, eutróficos o hipereutróficos) en el sur de Campeche y Quintana Roo y en lagos cercanos a zonas agrícolas y urbanas, mientras que valores más bajos (oligotróficos) se localizan sobre todo en la parte norte, donde la conexión con el acuífero y la dinámica hidrológica favorecen mayor renovación del agua.

¿Por qué está ocurriendo todo esto? El estudio identifica varias causas que se potencian entre sí. En primer lugar, la urbanización y el turismo han crecido de forma acelerada. La población en las principales ciudades costeras casi se

duplicó en dos décadas, mientras que el arribo anual de turistas se cuenta en decenas de millones. Cada nuevo fraccionamiento, hotel o infraestructura requiere agua y genera aguas residuales; sin embargo, la red de saneamiento y las plantas de tratamiento no siempre crecen al mismo ritmo ni con la misma calidad, por lo que una parte importante de los efluentes termina en lagos, humedales y cenotes, muchos de los cuales funcionan como zonas de recarga del acuífero.

En segundo lugar, la agricultura y ganadería intensivas han incrementado el uso de fertilizantes y plaguicidas. Estos compuestos son arrastrados por la lluvia y la escorrentía hacia los cuerpos de agua superficiales o se infiltran a través del sustrato kárstico altamente permeable, llegando al acuífero. En el sur de Quintana Roo, por ejemplo, el cultivo de caña de azúcar y maíz se ha expandido de manera notable, acompañado de canales de riego y drenaje que terminan conectando con lagunas y ríos subterráneos. De esta manera, nitrógeno y fósforo —los principales responsables de la eutrofización— se dispersan a escala regional.

El cambio climático añade una capa extra de presión. Sequías más frecuentes y prolongadas reducen el nivel del agua en lagos y humedales y concentran contaminantes y nutrientes; por el contrario, eventos de lluvia extrema e inundaciones arrastran grandes cantidades de sedimentos y materia orgánica en lapsos muy cortos. Incluso lagos relativamente conservados pueden experimentar episodios de “pardeamiento” (brownification), donde el agua se torna oscura y rica en materia orgánica disuelta, alterando el estado trófico y la estructura de las comunidades biológicas. En la Península de Yucatán, se espera que el aumento de la temperatura y los cambios en el balance hídrico hagan más frecuentes este tipo de episodios.

A todo ello se suman las propias características físicas del territorio. La PY

es un paisaje kárstico, construido principalmente sobre calizas muy permeables, donde los ríos superficiales son escasos y el flujo de agua ocurre mayormente en el subsuelo. Muchos lagos y humedales funcionan como cuencas cerradas o semidesconectadas, con baja renovación del agua, lo que favorece la acumulación de nutrientes. De hecho, el estudio muestra que los sistemas con mayores valores de TSI suelen ser aquellos con tiempos de residencia del agua más largos, ubicados cerca de zonas agrícolas o urbanas y con escasa conectividad con el acuífero.

Si estas tendencias continúan, el escenario para los próximos años en la Península podría incluir más lagos verdes, turbios y con floraciones algales frecuentes, algunas de ellas potencialmente tóxicas para fauna y seres humanos; mayores riesgos sanitarios, debido a las altas concentraciones de bacterias coliformes y otros patógenos; y una pérdida progresiva de servicios ecosistémicos, como la recarga limpia del acuífero y la regulación natural de nutrientes. El turismo, que depende en gran medida de la belleza y calidad de estos ambientes, también se vería afectado, al igual que las comunidades locales y pueblos originarios que dependen directamente de estos cuerpos de agua para su subsistencia. En un escenario extremo, la Península podría pasar de ser vista como uno de los principales reservorios de agua dulce de México a una región donde el agua existe, pero no es segura ni de buena calidad.

Frente a este panorama, el estudio funciona no solo como diagnóstico, sino como caso de estudio que ayuda a identificar puntos de acción. Las soluciones requieren el compromiso de varios actores. Desde las autoridades, es clave fortalecer el tratamiento de aguas residuales, ampliar y modernizar plantas de tratamiento y evitar descargas directas o mal tratadas a lagos y cenotes; ordenar el territorio limitando la expansión urbana

descontrolada en zonas vulnerables; regular la densidad turística en cuerpos de agua sensibles e implementar normas claras sobre el uso de bloqueadores, embarcaciones y actividades recreativas; y promover políticas agrícolas más limpias, con un uso más eficiente de fertilizantes y la adopción de barreras vegetales, humedales construidos y otras medidas de mitigación. Además, se debe consolidar un programa de monitoreo continuo e integrado que combine mediciones de campo, sensores remotos y sistemas de alerta temprana, especialmente en zonas sujetas a fuerte presión turística o expansión urbana acelerada.

El sector productivo también tiene un papel fundamental. Hoteles y desarrollos turísticos pueden reducir su huella hídrica y de contaminación mejorando sus sistemas de tratamiento de aguas residuales, minimizando el uso de fertilizantes en jardines y campos de golf y adoptando buenas prácticas de gestión. Las empresas agroindustriales y ganaderas pueden integrar biodigestores, lagunas de oxidación y humedales construidos para manejar adecuadamente sus residuos y evitar descargas directas a cuerpos de agua.

Aunque la responsabilidad principal recae en gobiernos y grandes empresas, la ciudadanía y las comunidades locales también pueden contribuir: optando por productos de limpieza y cuidado personal menos agresivos, evitando verter aceites, solventes o medicamentos al drenaje, participando en programas de monitoreo comunitario y jornadas de limpieza y reforestación de riberas, y exigiendo transparencia sobre el manejo del agua en sus municipios. Desde la academia, el estudio demuestra el valor de los índices integradores (WQI, TSI), el análisis estadístico robusto y los mapas espaciales para comunicar el problema de manera clara tanto a tomadores de decisiones como al público en general. Ampliar el monitoreo a cenotes y aguas subterráneas, así como cubrir tanto la

temporada seca como la lluviosa, será esencial para obtener un diagnóstico más completo y orientar acciones de manejo.

## CONCLUSIÓN

La Península de Yucatán se encuentra, en muchos sentidos, en un punto de inflexión. Los resultados de 2012–2024 dejan claro que la trayectoria actual conduce a lagos más eutróficos, aguas de menor calidad y riesgos crecientes para la salud y el bienestar de las comunidades humanas y los ecosistemas. La buena noticia es que todavía existen sistemas relativamente bien conservados, como Bacalar Centro y Xul-Ha, que pueden funcionar como referencia y demostración de que es posible mantener una buena calidad del agua. El mapa de calidad y estado trófico no tiene por qué ser un pronóstico inevitable; puede ser, más bien, un llamado a actuar ahora, cambiando la forma en que urbanizamos, producimos alimentos, tratamos nuestras aguas residuales y visitamos estos ecosistemas. Proteger el agua de la Península no es solo una cuestión ambiental: es defender la base de la vida, la cultura y la economía regional. Si asumimos ese reto, es posible frenar, e incluso revertir, la tendencia actual y asegurar que el azul turquesa de la Península de Yucatán siga siendo una realidad y no solo una imagen del pasado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arcega-Cabrera, F., León-Aguirre, K., Enseñat-Soberanis, F., Giacomán-Vallejos, G., Rodríguez-Fuentes, G., Ocegüera-Vargas, I., Lamas-Cosío, E., & Simoes, N. (2023). Use of Microbiological and Chemical Data to Evaluate the Effects of Tourism on Water Quality in Karstic Cenotes in Yucatan, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 111(1), 6. <https://doi.org/10.1007/s00128-023-03761-1>

- Arcega-Cabrera, F., Sickman, J. O., Fargher, L., Herrera-Silveira, J., Lucero, D., Ocegüera-Vargas, I., Lamas-Cosío, E., & Robledo-Ardila, P. A. (2021). Groundwater Quality in the Yucatan Peninsula: Insights from Stable Isotope and Metals Analysis. *Groundwater*, 59(6), 878-891. <https://doi.org/10.1111/gwat.13109>
- Barats, A., Renac, C., Garrido-Hoyos, S., Gonzalez-Perez, B., Garcia-Mendoza, K., Esteller-Alberich, M. V., Jara-Marini, M. E., & Aguilar-Chavez, A. (2025). Assessment of the water quality in the coastal Yaqui valley (Mexico): Implications for human health and ecological risks. *Environmental Research*, 264, 120275. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120275>
- Carrillo, L., Yescas, M., Nieto-Oropeza, M. O., Elías-Gutiérrez, M., Alcérreca-Huerta, J. C., Palacios-Hernández, E., & Reyes-Mendoza, O. F. (2024). Investigating the Morphometry and Hydrometeorological Variability of a Fragile Tropical Karstic Lake of the Yucatán Peninsula: Bacalar Lagoon. *Hydrology*, 11(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/hydrology11050068>
- Cohuo, S., Moreno-López, A., Escamilla-Tut, N. Y., Pérez-Tapia, A. M., Santos-Itzá, I., Macario-González, L. A., Villegas-Sánchez, C. A., & Medina-Quej, A. (2023). Assessment of water quality and heavy metal environmental risk on the peri-urban Karst tropical lake La Sabana, Yucatán Peninsula. *Water*, 15(3), 390. <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/3/390>
- Elías-Gutiérrez, M., Valdez-Moreno, M., Montes-Ortiz, L., & García-Morales, A. E. (2025). Zooplankton as an Indicator: A Dramatic Shift in Its Composition Following a Sudden Temporal Brownification of a Tropical Oligotrophic Lake in Southern Mexico. *Diversity*, 17(1), 58. <https://doi.org/10.3390/d17010058>
- Gondwe, B. R. N., Lerer, S., Stisen, S., Marín, L., Rebolledo-Vieyra, M., Merediz-Alonso, G., & Bauer-Gottwein, P. (2010). Hydrogeology of the south-eastern Yucatan Peninsula: New insights from water level measurements, geochemistry, geophysics and remote sensing. *Journal of Hydrology*, 389(1), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.04.044>
- Hernández-Hernández, P., Macario-González, L., Cohuo-Zaragoza, N. O., Cohuo, S., Beltrán-Castro, J. R., Montes-Ortiz, L., Cutz-Pool, L. Q., & Huix, C. M. (2026). Trends in Surface Water Quality and Trophic State in the Yucatán Peninsula over the Last Decade. *Hydrology*, 13(1), 6. <https://doi.org/10.3390/hydrology13010006>
- Kauffer Michel, E. F., & Villanueva Aguilar, C. L. V. (2011). Retos de la gestión de una cuenca construida: La Península de Yucatán en México. *Aqua-LAC*, 3(2), 81-91. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2011-v3-2-01>
- Kopczynski, S., Nolen, R., Hala, D., Lases-Hernández, F., Escobedo-Hinojosa, W., Arcega-Cabrera, F., Ocegüera-Vargas, I., & Quigg, A. (2025). Investigation of Anthropogenic and Emerging Contaminants in Sinkholes (Cenotes) of the Great Mayan Aquifer, Yucatán Peninsula. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 89(3), 279-299. <https://doi.org/10.1007/s00244->

025-01149-2

- Lucero, L. J. (2023). Ancient Maya reservoirs, constructed wetlands, and future water needs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(42), e2306870120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2306870120>
- Moreno-Pérez, P. A., Hernández-Téllez, M., & Bautista-Gálvez, A. (2021). In Danger One of the Largest Aquifers in the World, the Great Mayan Aquifer, Based on Monitoring the Cenotes of the Yucatan Peninsula. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 81(2), 189-198. <https://doi.org/10.1007/s00244-021-00869-5>
- Rodríguez-Huerta, E., Rosas-Casals, M., & Hernández-Terrones, L. M. (2020). A water balance model to estimate climate change impact on groundwater recharge in Yucatan Peninsula, Mexico. *Hydrological Sciences Journal*, 65(3), 470-486. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1702989>
- Tun-Canto, G. E., Álvarez-Legorreta, T., Zapata-Buenfil, G., & Sosa-Cordero, E. (2017). Metales pesados en suelos y sedimentos de la zona cañera del sur de Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 34(3), 157. <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2017.3.433>

El pasado 11 de diciembre del 2025 dentro de las instalaciones del CBTIS 111 en la ciudad de Cancún, el profesor Dr. Eder Delgado Castillo representó al Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios CBTIS 253 “Miguel Hidalgo Y Costilla” como ponente de experiencias académicas exitosas llevadas a cabo dentro de la especialidad de “Preparación de Alimentos y Bebidas” ante autoridades estatales y docentes de diferentes planteles, acciones que nos permiten conocer y compartir las diversas estrategias que profesores y profesoras desarrollan en pro de la educación de nuestros estudiantes del nivel medio superior en instituciones públicas de nuestro estado.



El título de la ponencia fue: "Involucramiento de padres de familia en la enseñanza de sus hijas e hijos". Parte de la información compartida por el docente refiere a las acciones creadas para evitar la deserción escolar e incrementar el porcentaje de aprobación, aprovechamiento y contrarrestar algunas acciones por mala conducta generadas dentro y fuera del salón de clase.



Una de las estrategias creadas fue la de sensibilización a los padres de familia sobre las consecuencias emocionales y académicas cuando se sufre de bullying.

Otra de las acciones presentadas fue la de crear asesorías a contra turno de las asignaturas con mayor índice de reprobación, tal fue el caso de matemáticas y de inglés.



**“El porcentaje de aprovechamiento y aprobación, era uno de los más bajos en la historia del plantel y eso... no lo podíamos permitir”**

Dr. Eder Delgado Castillo 2025

**Dentro de las fortalezas de este proyecto se puede mencionar...**

Gracias a los convenios generados por la dirección del colegio, se tenía el apoyo de estudiantes de la maestría en pedagogía por la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) quienes apoyaron a la realización de pláticas y talleres para sensibilizar sobre las consecuencias de hacer y recibir bullying.

**¿Qué otras acciones se realizaron?**

Se contó con un seguimiento puntual con los alumnos no aprobados, teniendo reuniones semanales con aquellos estudiantes que habían reprobado una asignatura.

## ¿Se contó con alguna mejora?

En el primer parcial, de un total de 50 alumnos 23 de ellos habían reprobado por lo menos una asignatura, para el segundo parcial, solo se contó con 8 chicos con alguna materia no aprobada, se incrementó las bajas calificaciones mediante la entrega de actividades extraordinarias en las asignaturas con baja calificación y para el tercer parcial; el 100% de los chicos y chicas aprobaron todas las asignaturas y pasaron de un porcentaje de aprovechamiento del 78% en el primer parcial a un 98% como porcentaje final del semestre.

Al finalizar la intervención del docente, se pudo recibir comentarios positivos sobre la estrategia por parte del público asistente y de compañeros docentes de otras instituciones.

Dentro de las conclusiones generadas por el profesor, se hacía énfasis sobre la importancia de haber contado con el apoyo de todo la dirección del plantel, dirección de tutoría, compañeros docentes del CBTIS 253, sin el sostén recibido, esta experiencia no hubiera sido exitosa.



**QUINTANA ROO**  
UNIDOS PARA TRANSFORMAR

**SEQ**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE QUINTANA ROO

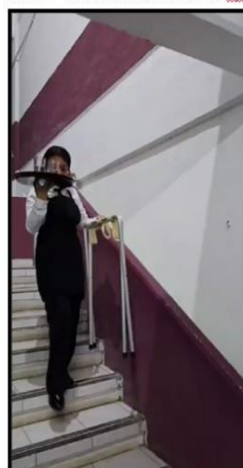


### Conclusiones

El involucrar a padres de familia como apoyo en la aplicación de la correcta disciplina dentro de la especialidad nos permitió reducir el porcentaje de alumnos reprobados y aumentar el porcentaje de aprovechamiento.

Esto demuestra que el trabajo en conjunto entre docentes, padres de familia y cuerpo directivo de la institución permite que el estudiante pueda generar mejores competencias las cuales le permitirán solucionar aspectos de la vida real.

Video 3. Tiktok "Clases de Servicio de AyB"



# TIGRIS 253

---

**CBTIS 253**   
*Miguel Hidalgo y Costilla*  
*“Pertenencia, Compromiso y Formación”*

