



# KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 29

Número 64

Mayo-Agosto 2023

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
División Académica de Ciencias Biológicas





**PRÁCTICA DE CAMPO DE UNA ESTUDIANTE DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA DURANTE UNA ESTANCIA ACADÉMICA.**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: cortesía de Ma. Guadalupe Rivas Acuña.*



# UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

## DIRECTORIO

L.D. Guillermo Narváez Osorio  
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez  
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez  
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Lic. Alejandro Bastar Cordero  
Encargado de despacho de la Secretaría de Servicios Administrativos

Mtro. Miguel Armando Vélez Téllez  
Secretario de Finanzas

Dr. Arturo Garrido Mora  
Director de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna  
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Emilio Ocampo Morales  
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M.I.P.A. Araceli Guadalupe Pérez Gómez  
Coordinadora de Docencia, DACBioI-UJAT

M.C.A. Yessenia Sánchez Alcudia  
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

## COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina †  
Editor fundador

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
Editor ejecutivo y encargado

Dra. Coral Jazvel Pacheco Figueroa

Dr. Jesús García Grajales

Dra. Carolina Zequeira Laríos

Dr. Rodrigo García Morales

Dra. María Elena Macías-Valadez Treviño

Ocean. Rafael García de Quevedo Machain

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña

Dr. Nicolás Álvarez Pliego

Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Dr. Marco Antonio Altamirano González Ortega

Dra. Rocío Guerrero Zárate

Dr. Eduardo Salvador López Hernández

Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos

Dr. Maximiano Antonio Estrada Botello

Dra. Melina del Carmen Uribe López

Dr. José Guadalupe Chan Quijano

Dra. Martha Alicia Perera García

Editores asociados

Dra. Ramona Elizabeth Sanlucar Estrada

M.C.A. Alma Deysi Anacléto Rosas

Dra. Ena Edith Mata Zayas

M. en Pub. Magally Guadalupe Sánchez Domínguez

Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez

M. en C. Leonardo Noriel López Jiménez

Dra. Violeta Ruiz Carrera

Correctores de pruebas

M.Arq. Marcela Zurita Macías-Valadez

M. en C. Sulma Guadalupe Gómez Jiménez

Traductoras

L.I.A. Ervey Baltazar Esponda

Soporte técnico institucional

Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez †

Apoyo técnico

## CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Lilia María Gama Campillo

División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT - México

Dr. Roberto Carlos González Fócil

Jefe del Departamento de Revistas Científicas, UJAT - México

Dra. Juliana Álvarez Rodríguez

División Académica de Ciencias Económico Administrativas, UJAT - México

Dr. Jesús María San Martín Toro

Universidad de Valladolid (UVA) - España

ISSN 2448-508X

# KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés.

KUXULKAB' se encuentra disponible en su portal electrónico a **texto completo** y en **acceso abierto**, así como en diversas plataformas editoriales, directorios y catálogos de revistas:



### Revistas Universitarias

Portal electrónico de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).



### Repositorio Institucional UJAT

Plataforma desarrollada con el aval del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); cuenta con un acervo académico, científico, tecnológico y de innovación de la universidad.



### Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Red de instituciones que reúnen y diseminan información sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en Iberoamérica.



### PERIÓDICA - Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

Base de datos bibliográfica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con registros publicados América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



### Google académico - Google Scholar

Buscador de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica (artículos, tesis, libros, patentes, etcétera).



### BASE - Bielefeld Academic Search Engine

Motor de búsqueda más voluminosos del mundo, especialmente para recursos web académicos; es operado por la biblioteca de la Universidad de Bielefeld (Bielefeld, Alemania).



### MIAR - Matriz de Información para el Análisis de Revistas

Matriz con repertorio de revistas y bases de datos de indexación (citas, multidisciplinarias o especializadas), con el propósito de identificar revistas científicas.



### fatcat! - Perpetual Access to the Scholarly Record

Catálogo de publicaciones de investigación que incluye artículos de revistas, actas de congresos y conjuntos de datos.



### OAJI - Open Academic Journals Index

Base de datos internacional para indexar revistas científicas de acceso abierto; es manejada por la Universidad Global de Cherkas (United States of America).



### Nuestra portada:

«De elementos ambientales hasta la modelación de organismos».

### Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo (DACBioI-UJAT).

**Fotografías de:** Con imágenes alusivas al número y de uso libre en la red (internet por ejemplo).

KUXULKAB', año 29, No. 64, mayo-agosto 2023; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <https://revistas.ujat.mx>; [kuxulkab@ujat.mx](mailto:kuxulkab@ujat.mx). Editor responsable: Fernando Rodríguez Quevedo (encargado). Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 05 de mayo de 2023.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



# Editorial

## Estimados lectores:

Deseando se encuentren bien, en esta oportunidad nos dirigimos para presentar el segundo número de **Kuxulkab'** para este 2023; continuando en reforzar los esfuerzos para mantener nuestra presencia, el presente cuenta con dos aportaciones donde, tenemos información respecto a herramientas que pueden usarse en las actividades docentes, hasta un proceso de manejo y mitigación ambiental.

En costumbre a la forma de trabajo de la revista, proporcionamos una sinopsis de las aportaciones que conforman esta publicación:

«**MODELOS DE HONGOS COMO MEDIO DE APRENDIZAJE**»; texto que describe la relevancia de la creación y manejo de los modelos de hongos por los estudiantes y el alcance que estos generan dentro y fuera del aula en la DACBIOL-UJAT.

«**POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA LECHUGA DE AGUA: UNA ALTERNATIVA PARA LA MITIGACIÓN DE SU IMPACTO AMBIENTAL**», aportación que expresa el valor ambiental y las características fisicoquímicas de dicha planta acuática como fuente de energía renovable, por ello su aprovechamiento.

La consolidación de este número es un esfuerzo en conjunto con autores, evaluadores, editores asociados y demás miembros del comité editorial de esta revista. Agradecemos, a cada uno de ellos, su apoyo y entusiasmo de colaborar en la divulgación de la ciencia con estándares de calidad emanados por esta casa de estudios. Esperamos vernos pronto.

*Arturo Garrido Mora*  
DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

*Fernando Rodríguez Queredo*  
EDITOR EJECUTIVO DE KUXULKAB'

# Contenido

---

## **MODELOS DE HONGOS COMO MEDIO DE APRENDIZAJE**

**e5951**

MUSHROOM MODELS AS A MEANS OF LEARNING

*Manuel Antonio García García & Silvia Cappello García*

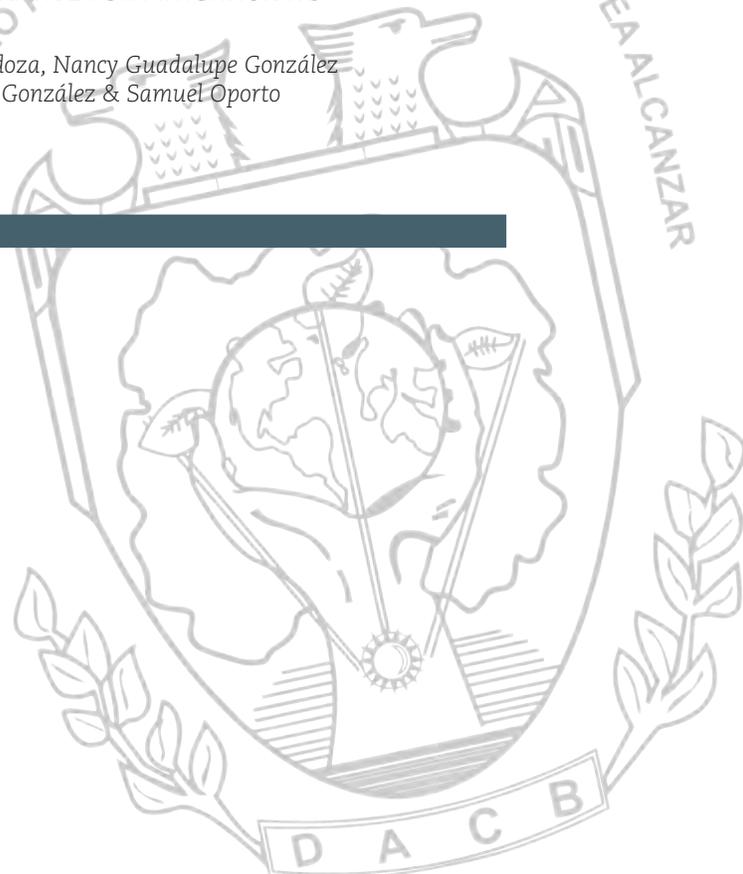
## **POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA LECHUGA DE AGUA: UNA ALTERNATIVA PARA LA MITIGACIÓN DE SU IMPACTO AMBIENTAL**

**e6078**

ENERGY POTENTIAL OF WATER LETTUCE: AN ALTERNATIVE FOR MITIGATION ITS ENVIRONMENTAL IMPACT

*Ana Laura Acosta Bastar, Mariela Alejandra Gómez Mendoza, Nancy Guadalupe González Canché, Johannes Cornelis Van der Wal, Liliana Pampillón González & Samuel Oporto Peregrino*

LA DISCIPLINA NO PERDURA DE VISTA LO QUE SE DESEA ALCANZAR





# MODELOS DE HONGOS COMO MEDIO DE APRENDIZAJE

## MUSHROOM MODELS AS A MEANS OF LEARNING

Manuel Antonio García García<sup>1✉</sup> & Silvia Cappello García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biólogo y Maestro en Ciencias Ambientales (MCA) por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Su interés es aquello relacionado a la micología. Actualmente es profesor-investigador y colaborador de la Colección de hongos en el «Herbario UJAT» de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL) en la UJAT. <sup>2</sup>Bióloga por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Doctora en Ecología Vegetal por la Universidad de Córdoba (España). Sus líneas de investigación son la «taxonomía y sistemática de hongos macromicetos», así como la «biotecnología de hongos comestibles y tintóreos». Ha generado la Colección de hongos macroscópicos de Tabasco en el «Herbario UJAT» donde actualmente es la encargada y curadora; igualmente inició el cepario de hongos tropicales comestibles y medicinales. Es profesora-investigadora de la DACBIOL-UJAT.

Herbario UJAT, División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT): Carretera Federal #180 (Villahermosa-Cárdenas) km 0.5 S/N; entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86150. Villahermosa, Tabasco; México.

✉ manuelito22\_77@hotmail.com

 <sup>1</sup> 0000-0002-5166-8137  <sup>2</sup> 0000-0003-1354-6304

### Como referenciar:

García García, M.A. & Cappello García, S. (2023). Modelos de hongos como medio de aprendizaje. *Kuxulkab'*, 29(64): e5951, mayo-agosto. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a29n64.5951>

### Disponible en:

<https://revistas.ujat.mx>

<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/5951>

### DOI:

<https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a29n64.5951>

### Resumen

Los modelos tridimensionales elaborados a mano son una herramienta esencial para el aprendizaje de los alumnos en cualquier nivel educativo. Para los estudiantes de licenciatura en biología de la División Académica de Ciencias Biológicas ha resultado de gran utilidad el uso de estos elementos, donde la imaginación y creatividad son plasmadas en la belleza de muchos ejemplares. Durante la fabricación de los modelos de hongos el estudiante adquiere conocimientos generales y específicos acerca del reino fungi, con facilidad puede reconocer las estructuras típicas que definen a estos organismos, y discernir entre los diversos grupos que se encuentran en el reino de los hongos. En general el trabajo describe la importancia de los modelos de hongos elaborados a mano por los alumnos de biología y el alcance que estos generan dentro y fuera del salón de clases.

**Palabras clave:** Colección; Exposición fúngica; Conocimiento social; Habilidades.

### Abstract

Handmade three-dimensional models are an essential learning tool for students at any educational level. For the undergraduate students in biology at the Academic Division of Biological Sciences, the use of these elements has been very useful, where imagination and creativity are reflected in the beauty of many specimens. During the fabrication of the fungi models the student acquires general and specific knowledge about the fungi kingdom, can easily recognize the typical structures that define these organisms, and discern between the various groups found in the fungi kingdom. In general, the paper describes the importance of the fungal models handmade by biology students and the outreach they generate inside and outside the classroom.

**Keywords:** Collection; Fungal exposure; Social knowledge; Skills.

El proceso de enseñanza aprendizaje como generadora de conocimiento es una labor imprescindible en cualquier nivel educativo para la formación profesional del estudiante. En la docencia se emplean numerosas técnicas y estrategias que facilitan el aprendizaje en los alumnos, en ocasiones la teoría se vuelve precaria si no se lleva a la práctica, la percepción y captación de conocimiento en los jóvenes no es del mismo modo, hay quienes son abrumados por la teoría y prefieren ejemplos específicos del tema abordado, más en aquellos que son visuales.

Debido a que el conocimiento llega de múltiples formas en los alumnos, una alternativa viable en las aulas es el uso de modelos tridimensionales elaborados en forma manual, los cuales permiten relacionar los caracteres propios con el conocimiento, sin importar el grado de formación profesional en cualquier carrera técnica, licenciatura, incluso especialidad. La enseñanza por proyectos como el caso de los modelos 3D tridimensional se basa en la aproximación constructivista, donde la actividad se vuelve divertida, motivadora y con retos para el estudiante, quien tiene un papel activo en todo el proceso de planeación (Wassermann, 1994; Islas & Pesa, 2003; Martí, Heydrich, Rojas & Hernández, 2010; Scalfani & Sahib, 2013).

La utilización de los modelos tridimensionales hechos a mano es un tema de interés en el proceso de enseñanza basado en competencias, en cualquier área de estudio como es el área de la biología donde los alumnos tienen la capacidad de captar con mayor eficiencia el contenido del tema, al visualizar ejemplos específicos del mismo, lo cual genera conocimiento eficiente y oportuno en la mente de los jóvenes.



(2023). Facebook.com | [Difusiondacbiol]  
Acervo general de la Coordinación de Difusión Cultural y Extensión; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Con este tipo de proyectos la capacidad del alumno aumenta significativamente, adquiere conocimiento firme del tema, y comparte con los compañeros diferentes grados cognitivos, lo cual mejora la percepción de aprendizaje (Adúriz-Bravo & Morales, 2002; Vygotsky, 2009; Chamizo, 2010). También despierta el interés sobre la asignatura en cuestión, al definir la mejor estrategia para la realización de la actividad a evaluar y la toma de decisiones (Vega, Calderas & Vega, 2009; Pérez, Tannuré & Maldonado, 2015; Acevedo-Díaz, García-Carmona, Aragon-Méndez & Oliva-Martínez, 2017). Para los futuros biólogos, los modelos 3D son una alternativa para esclarecer temas específicos, la teórica se enriquece al utilizar estos elementos como ejemplares.

En las distintas ramas de la biología, los alumnos pueden elaborar modelos completos de bacterias, protozoarios, algas, aves, mamíferos, hongos, etcétera, donde representan la organización ampliada y ejemplificada del organismo, o bien, exhiben estructuras de una sección en particular. La elaboración y representación creativa del organismo o estructura es esencial para generar experiencias basadas en la resolución de proyectos, dado que el alumno requiere horas para realizar la actividad y a la vez poner a prueba sus habilidades en el acabado del diseño (Martí *et al.*, 2010; Rodríguez, 2021).

Los modelos biológicos 3D también reflejan aquellos organismos que a simple vista no pueden ser observados, y aquellos que por diversas cuestiones no pueden ser preservados, o bien, casos donde los ejemplares después de ser recolectados pierden sus características como es el caso de los hongos. Si bien emplear imágenes fotográficas ayuda a tener una idea clara de cierto organismo, es preferible el uso de elementos que asemejen cada una de las estructuras del tema en cuestión.

En el estudio de los hongos, el empleo de los modelos tridimensionales moldeados a mano sirve para ilustrar diferentes aspectos relacionados con las características de estos organismos. La utilización obedece a que diversas especies del reino fungí presentan peculiaridades que se pierden con facilidad, aunado a que la presencia de estos es más común en temporadas de lluvia, principalmente para zonas tropicales. En las temporadas de seca la esporulación y formación de las estructuras que definen a muchas especies de hongos no están presentes o son escasas, a diferencia de lo que ocurre en épocas de lluvia.

Es clave señalar que el cuerpo fructífero de los hongos es otro tema de interés, no todas las especies tienen ciclos de larga duración, muchos son tan efímeros que para encontrarlos es un desafío, es

por ello por lo que los modelos coadyuvan a mostrar las estructuras que definen a estos seres cuando no es posible acceder a ellos en su ambiente natural. La realización de los modelos 3D en hongos tiene como objetivo generar conocimiento y despertar la curiosidad en los jóvenes, al explorar y moldear con sus manos las estructuras que definen a las especies del reino fungí. Estos elementos se convierten en una herramienta mediadora de enseñanza.

### **Modelos tridimensionales: fabricación**

Como parte de las actividades de aprendizaje de diversos periodos escolares, los alumnos de la licenciatura en biología de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), en la asignatura de hongos, han tenido la fortuna de moldear entre sus manos diversas especies que se incluyen en el reino fungí (lámina 1).

Al principio del ciclo los jóvenes se muestran indiferentes, pero conforme se adentran en el estudio de estos organismos, y al utilizar los modelos 3D como ejemplos se ven fascinados con la morfología y colores que presentan, incluso hay quienes se adentran en el estudio de estos por cuenta propia. No falta el alumno que durante las clases lleva ejemplares frescos encontrados en algún sitio para su posible identificación, captura de imágenes que despiertan su curiosidad, incluso hay quienes hacen sus minicolecciones como pasatiempo.

La elaboración de los elementos 3D a mano es una actividad sencilla pero significativa, donde el aprendizaje basado en experiencias propias no tiene límite, al plasmar la morfología de los organismos. Es interesante la creatividad de muchos jóvenes con la que desarrollan dicho proyecto.



**Lámina 1.** Modelos fúngicos macroscópicos.

A: *Clathrus archeri*. B: *Armillaria mellea*. C: *Ramaria flava*. D: *Amanita verna*. E: *Amanita muscaria*. F: *Lycoperdon perlatum*. G: *Leucocoprinus birnbaumii*.

En algunos la imaginación va más allá de lo que se les pide, al forjar verdaderas joyas naturales hechas a mano (lámina 2). La fabricación de los modelos favorece el reciclado de materiales, a muchos se les otorga una segunda vida útil en lugar de generar contaminación, donde la principal idea es reducir, reciclar y reutilizar. Los elementos empleados son de tipo orgánico e inorgánico. Entre lo orgánico se encuentra el papel reciclado, cartón, madera, etcétera; en lo inorgánico el más utilizado es el fomi o "foamy" moldeable (etilvinilacetato) debido a su fácil manipulación y dureza, el cual conserva la forma intacta de la estructura que representa. Cabe señalar que en el mercado existe gran variedad de materiales que son usados en la fabricación de prototipos, como la arcilla polimérica, porcelana fría, entre otros.



**Lámina 2.** La madera como uso común en los modelos.

A: *Sarcoscypha coccinea*. B: *Sowerbyella rhenana*. C: *Phillipsia domingensis*. D: *Aleuria aurantia*. E: *Xylaria polymorpha*.

La utilización de cualquier material dependerá de la intención de lo que se pretende materializar. Es preferible el uso de materiales degradables, aunque la ventaja del fomi moldeable es que preserva por muchos años el modelo como obra de arte sin temor a sufrir daños, pero igual las obras realizadas con papel cartón son verdaderas joyas (Mayén, 2013). En algunos casos la combinación de materiales (orgánicos e inorgánicos) refuerza la estructura final del modelo tridimensional, plasmado por la creatividad del alumno (lámina 1 y 2).

## Importancia de los modelos fúngicos

La elaboración de estos elementos moldeados a mano, se vuelen significativos para los jóvenes aprendices, donde la imaginación y creatividad la ponen a prueba, lo cual favorece el razonamiento sobre el tema en particular, antes, durante y después de la fabricación de la estructura. El conocimiento que aportan los prototipos fúngicos al interior del aula comprende desde la elaboración de estos, aunque el alcance de aprendizaje se extrapola a otras áreas de estudio dentro de la licenciatura en biología de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiología) en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

Principalmente en la asignatura de hongos sirve para ejemplificar aquellas características efímeras o perecederas que no pueden preservarse en las especies macroscópicas, es bien conocido que muchos ejemplares de hongos pierden su morfología total después de ser recolectados, irreconocibles en dado momento después de su herborización, cosa que en los modelos puede apreciarse al cuidarse los detalles durante el proceso de construcción, incluso algunos resaltan a la vista por la forma y color. Las estructuras microscópicas que pasan desapercibidas al ojo humano, como ocurre con los hongos que crecen sobre restos vegetales, también son mostradas en este tipo de actividad, a escala puede apreciarse el perfecto acabado de cuerpos diminutos íntegros con sus células reproductoras (lámina 3).

Otro tema de interés son los sustratos donde fructifican con regularidad estos tipos de organismos, como son la madera (lignícola), estiércol (coprófilo), hojarasca (humícola), sobre la tierra (terricola), mismos que se ven reflejados en las estructuras 3D (lámina 4). En ocasiones los muchachos emplean materiales orgánicos que sirven de base para la fabricación del modelo en cuestión, lo que revela la importancia que tienen los hongos en el medio natural y el aprovechamiento

para el ser humano, ya que algunas estructuras simbolizan ser de tipo alimenticio, medicinal, alucinógenos, venenosos, y de control biológico (lámina 5).

En general la relevancia de las estructuras tridimensionales en hongos permite que los jóvenes comprendan terminologías específicas empleadas en el estudio de la micología, y puedan distinguir los diferentes grupos que suelen encontrarse en el reino fungí, así como diferenciar estructuras peculiares que sirven para agruparlos, tal es el caso de los basidiomicetos (cuerpos en forma de seta, abanico, repisa, coral) (lámina 1 y 4) que se pueden diferenciar de acuerdo al tipo de himenio fértil que poseen, los poliporales con poros, agaricales con láminas, teleforoides, clavarioides y tremeloides de lisos a verrugosos, y los hydnooides con espinas en forma de dientes.

La morfología típica de ciertas especies es una característica resaltante en los modelos 3D, donde la estructura reproductora del hongo es fácil de reconocer, por mencionar algunos ejemplos: los lycoperdoides forman sacos globosos; piriformes, donde producen las esporas; los phallooides disponen de cuerpos en forma de red o brazos subdivididos; los nidularioides desarrollan cuerpos semejantes a un nido de pájaro (uno o varios peridiolos dentro de un embudo); los clavarioides tienen forma de coral; los geastrales forma de estrella, y los pezizoides forma de copa o taza (lámina 2, 4 y 5).

El empleo de prototipos tridimensionales es sustancial para los alumnos en formación profesional, debido a que complementan el aprendizaje de cierta asignatura tal como lo señala Martí *et al.* y Rodríguez, dado que los alumnos desarrollan habilidades de planeación y con ello procesan cierta cantidad de información cognitiva (Pérez *et al.*, 2015; Acevedo-Díaz *et al.*, 2017).



**Lámina 3.** Modelos de hongos microscópicos.

A: *Beltraniopsis asperisetifera*. B: *Pilobolus longipes*. C: *Periconia cookie*. D: *Virgatospora echinofibrosa*. E: *Trichophyton rubrum*. F: *Penicillium notatum*. G: *Ophiocordyceps unilateralis*. H: *Vermiculariopsiella arcicula*. I: *Ophiocordyceps sphecocephala*.

Este tipo de enseñanza no se limita al interior del aula, es necesario resaltar la trascendencia de estos elementos fuera del salón de clases, por ejemplo, se han utilizado para representar ejemplares que se localizan en la Colección de hongos del Herbario UJAT (DACBIOL-UJAT). Los modelos tridimensionales de hongos a diferencia de los que se encuentran en la colección pueden ser manipulados sin temor a contaminarse de plagas y sufrir daños, lo que no es posible con muchas especies herborizadas, las

cuales no pueden retirarse fuera de la colección y se ven privadas para los alumnos. Estos elementos son de interés al punto que han permitido esclarecer aspectos relevantes de los hongos sin tener que recurrir a los que se encuentran en la colección, en particular cuando se han tenido visitas al Herbario por parte de escuelas públicas y privadas, siendo suficientes para una buena exhibición y explicación.

Asimismo, la utilidad de los modelos es de gran ayuda en eventos culturales dentro y fuera de la institución (DACBIOL, UJAT), en donde se exhibe una gran variedad de morfologías con colores típicos (lámina 6). Al interior de la universidad, hasta para el personal académico le es fascinante apreciar las distintas formas de los ejemplares 3D, y los estudiantes en general se ven motivados e interesados en cursar la asignatura que refiere al reino fungí, volviéndose clave como parte de los conocimientos de la licenciatura en biología.

Fuera de la institución la exposición de los modelos permite que otras personas no necesariamente alumnos contemplen las características de los hongos, se maravillan de las estructuras que los conforman, y en su momento se les explica el potencial que estos organismos poseen en los diferentes campos de la vida, hablase de alimentación, producción de fármacos, industria, entre otros niveles donde la utilidad de los hongos es primordial.

Las exposiciones en eventos públicos con ayuda de los prototipos han impactado en la curiosidad de los jóvenes, al mostrarles ejemplares personificados que pueden encontrarse de forma natural, y que pueden aprovecharse si se atesora un conocimiento fiable de las especies inmersas en dicho reino.



**Lámina 4.** Sustratos donde crecen los hongos.

A: *Psilocybe cubensis*, coprófilo. B: *Pycnoporus sanguineus*, lignícola. C: *Hygrocybe conica*, D: *Clathrus archeri*, y E: *Geastrum saccatum* terrícolas. F: *Marasmius siccus*, Humícola. G: *Dictyophora indusiata*, saprótrofo.



**Lámina 5.** Potencial de los hongos.

A: *Amanita muscaria*, venenoso. B: *Pleurotus djamor rosa*, comestible. C: *Entoloma hochstetteri*, tóxico. D: *Ustilago maydis* (huitlacoche) comestible. E: *Clathrus crispus*, saprobio.

### Relevancia de los modelos en estudiantes

Cualquier método o estrategia utilizada en el proceso de enseñanza durante el desarrollo profesional de los muchachos tendrá valor significativo, sin duda la teoría se refuerza con la práctica, así como las salidas al campo para los entusiastas en biología. Por lo tanto, complementar el aprendizaje cognitivo, mediante el uso de los modelos tridimensionales moldeados a mano, tendrá relevancia para los jóvenes aprendices, en donde emergen múltiples intereses motivacionales, emociones positivas y experiencias en la toma de decisiones.

No cabe duda de que la elaboración de los modelos fúngicos promueve diversas inquietudes en los jóvenes y les ayuda a cumplir expectativas que se plantean al cursar la asignatura de hongos.

Los jóvenes así lo expresaron al término del ciclo académico con puño y letra al plantearles la pregunta: ¿Cuál es el impacto personal al realizar la actividad del modelo 3D?; muchos coincidieron que la actividad de los modelos les sirvió para comprender las características que definen a estos organismos, los procesos vitales para su desarrollo, y las relaciones que establecen con otros individuos.

El conocimiento no se limitó a la realización del modelo tridimensional, sino que para llevarlo a cabo tuvieron que documentarse previamente, navegar en un mundo de información que les permitió plasmar la idea del proyecto. En palabras de los estudiantes estos se expresaron:

«El modelo en hongos me ayudó a decidir lo que realmente quería estudiar de la biología, 'los hongos', dado que durante el trabajo busqué ideas en internet para inspirarme, y así encontré muchas cosas sobre los hongos, desde su importancia, formas diversas, y aplicaciones. El modelo elaborado del hongo "*Cordyceps*" me dejó feliz, el cual es un ejemplar increíble y con importancia medicinal».

«El modelo es una buena forma de aplicar lo aprendido y reforzar algunos conocimientos. En lo personal aprendo haciendo las cosas y los modelos me ayudaron a retener más información del organismo realizado, además de conocer a una especie que no entendía del todo, a mi parecer los modelos se deberían seguir aplicando en las materias para reforzar los conocimientos, ya que aprendemos más sobre la fisonomía del organismo si se trabaja moldeándolos».

«La actividad es entretenida, buscar, elegir, y hacer el hongo a modelar no es tarea fácil, ya que para lucirse con naturalidad hay que poner empeño en los detalles. La elaboración del modelo es motivo de inspiración y aprendizaje, y sirve de conocimiento aplicable en otros campos de la biología».

«El hacer los modelos de hongos con tal realismo contribuye a prestar atención en los pequeños detalles de las estructuras que lo conforman, entre más auténticos más vistosos y mejor relevancia para el estudiante».

«Realizar el modelo del hongo sirvió para explorar mis habilidades artísticas, y conocer el entorno donde crecen; necesario para colectar, describir e identificar».

«En verdad disfruté hacer el modelo del hongo, y descubrí que las "*Amanitas*" son tóxicas».

«Elaborar el modelo se me facilitó porque me agradan las manualidades».



Lámina 6. Exposición de hongos con modelos 3D en eventos públicos.

## Conclusión

La utilización de los modelos fúngicos tridimensionales elaborados a mano, demuestran ser una herramienta clave en la docencia para la enseñanza de temas específicos, donde los jóvenes pueden interactuar y captar conocimientos durante y después de la fabricación de los prototipos.

Pese a que en este documento se expone solo para la asignatura de hongos, es imprescindible que los modelos deban emplearse en los planes educativos de la licenciatura en biología, y en cualquier disciplina que involucre el proceso de enseñanza aprendizaje, donde la captación de conocimiento requiere otros complementos a la teoría.

La utilidad de los modelos es extensa si se sabe aprovechar en beneficio de los jóvenes, sobre todo si se busca difundir temas específicos que sobrepasen barreras fuera de las instituciones y que puedan incidir en la sociedad.

## Referencias

**Acevedo-Díaz, J.A.; García-Carmona, A.; Aragón-Méndez, M.M. & Oliva-Martínez, J.M.** (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, 30(3): 155–166. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>

**Adúriz-Bravo, A. & Morales, L.** (2002). El concepto de modelo en la enseñanza de la física: consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(1): 76–89. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9296>

**Chamizo Guerrero, J.A.** (2010). Capítulo 1, Los modelos en la enseñanza de las ciencias. En: Charrizo Guerrero, J.A. & García Franco, A. (Coords.); *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales* (pp. 13-18). Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). ISBN 978-607-02-1409-7. <https://hdl.handle.net/20.500.12799/4900>

**Islas, S.M. & Pesa, M.A.** (2003). Concepciones de expertos acerca de modelos científicos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2): 102–111.

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4146>

**Martí, J.A.; Heydrich, M.; Rojas, M. & Hernández, A.** (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158): 11–21. <https://www.redalyc.org/pdf/215/21520993002.pdf>

**Mayén Camarena, N.A.** (2013). *El estudio de la cartonería mexicana como elemento tridimensional en el diseño gráfico: el arte popular mexicano* (Tesis de Maestría en Artes Visuales). Escuela Nacional de Artes Plásticas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

<https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000693686>

**Pérez Carmona, M.C.; Tannuré Godward, B. & Maldonado, H.F.** (2015). Desarrollo de un modelo físico que posibilitó la implementación de un Modelo Pedagógico dentro de un curso de Física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2): 379–383. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12677>

**Rodríguez Cuervo, L.S.** (2021). Modelos físicos como aprendizaje basado en proyectos en mecánica de suelos en tiempos de COVID-19. *Sinergias Educativas*, 5(4): 1–14.

<https://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/153>

**Scalfani, V.F. & Sahib, J.** (2013). A model for managing 3D printing services in academic libraries. *Issues in Science and Technology Librarianship*, (72): 1–13. <https://doi.org/10.29173/istl1571>

**Vega Pérez, J; Calderas Patiño, G. & Vega García, J.** (2009). *Investigación didáctica mediante prototipos como herramienta de aprendizaje de física* (Memorias del IV Congreso Internacional de Innovación Educativa, 14 al 16 de octubre; pp. 260-268). México. ISBN 978-607-414-108-5. <https://www.repo-ciie.dfie.ipn.mx/IV.php>

**Vygotski, L.S.** (2009). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores* (Mind in Society, The development of higher psychological processes; Cole, M.; John-Steiner, V.; Scribner, S. & Souberman, E. (Eds.); Furió, S. (Trad.); 3<sup>ra</sup> ed.; p. 230). Crítica Barcelona. ISBN: 978-84-8432-046-4. <https://saberepsi.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/vygostki-el-desarrollo-de-los-procesos-psicolc3b3gicos-superiores.pdf>

**Wassermann, S.** (1994). *El estudio de casos como método de enseñanza* (Introduction to case method teaching: a guide to the Galaxy; Negrotto, A. (Trad.); p. 313). Amorrortu editores. ISBN: 950-518-804-8. [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24646w/T2\\_R01.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24646w/T2_R01.pdf)



**ÁRBOL DE MACULÍS *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC., EN EL «JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ N. ROVIROSA».**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: cortesía de Marcela Alejandra Cid Martínez.*

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol



**EJEMPLAR DE JABONCILLO (*Sapindus saponaria*), FRENTE A LA BIBLIOTECA «DR. JUAN JOSÉ BEAUREGARD CRUZ».**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: cortesía de Jaquelina Gamboa Aguilar.



**KUXULKAB'**

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

☎ +52 (993) 358 1500; 354 4308 ext 6415

✉ kuxulkab@ujat.mx

🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya, C.P. 86039.  
Villahermosa, Tabasco. México.