

# TALLER DE CIENCIA PARA PROFESORES JURIQUELLA, QUERÉTARO, 2024. SU IMPORTANCIA PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA, EXPERIENCIAS Y REFLEXIONES DEL PROFESORADO PARTICIPANTE

Roxana Núñez-Ramos<sup>1\*</sup>, Jorge Pineda-Mora<sup>2</sup>, Rodrigo Gutiérrez-Navarro<sup>3</sup>, Marina Rivera-Trejo<sup>4</sup>, Pedro Figueroa-González<sup>5</sup> y Pavka Patiño-Conde<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional Preparatoria 2, Erasmo Castellanos Quinto, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Río Churubusco S/N, Zapata Vela, Iztacalco, Ciudad de México, México. C.P. 08040

<sup>2</sup>Escuela Secundaria Num. 13, Rosario Castellanos, Nueva Francia S/N, Lomas de Cortés, Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62240

<sup>3</sup>Instituto de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Boulevard Juriquilla Num. 3001, Querétaro, Querétaro, México. C.P. 76230

<sup>4</sup>Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Naucalpan, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. De los Remedios Num. 10, Los Remedios, Naucalpan de Juárez, Ciudad de México, México. C.P. 53400

<sup>5</sup>Preparatoria La Ciénega, Universidad de Guadalajara, Jalisco.

<sup>6</sup>Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios 94, Periodista Roberto Pita Cornejo Num. 17 Emiliano Zapata, Pátzcuaro, Michoacán de Ocampo, México. C.P. 61600

\*[roxana.nunez@enp.unam.mx](mailto:roxana.nunez@enp.unam.mx)

## RESUMEN

El Taller de Ciencia para Profesores (TCP) se desarrolló en el Campus Juriquilla de la Universidad Nacional Autónoma de México, durante la semana del 23 al 29 de junio. Fue una semana de actividades intensas en la que se vinculó al profesorado de secundaria y bachillerato con la investigación, la indagación y la creatividad. Los participantes asistieron durante seis días a talleres de ciencia, seminarios, laboratorios, recorridos académicos y de campo en conjunto con el estudiantado. Algunos de los propósitos del TCP fueron socializar información, participar activamente en los talleres y seminarios, presenciar prácticas sustentables y una salida geológico-paleontológica. De igual forma se buscó replantear las actividades de enseñanza en áreas relacionadas con: Física, Química, Matemáticas, Biología y Ciencias de la Tierra.

En este trabajo se incluye una breve descripción de las actividades realizadas durante el TCP-2024 y se plasman las reflexiones y vivencias de las y los docentes participantes para motivar e incentivar a más profesores a unirse a las actividades, así como a replicar este taller en otros espacios y centros educativos.

**Palabras clave:** Creatividad, educación STEM, didáctica de las ciencias, proyectos educativos, sustentabilidad, colaboración.

## ABSTRACT

*The Science Workshop for Teachers (TCP) took place at the Juriquilla Campus of the National Autonomous University of Mexico from June 23rd to June 29th. It was a week of intense activities linking secondary and high school teachers with research, inquiry, and creativity. The participants attended six days of science workshops, seminars, laboratories, and academic field trips along with the students. Some of the purposes of the TCP were to socialize information, actively participate in workshops and seminars, witness sustainable practices, and go on a geological-paleontological field trip. It also sought to rethink teaching activities in areas related to Physics, Chemistry, Mathematics, Biology, and Earth Sciences.*

*This work includes a brief description of the activities carried out during the TCP-2024 conveying the reflections and experiences of the participating teachers in order to motivate and encourage more teachers to join the activities and replicate this workshop in other spaces and educational centers.*

**Keywords:** Creativity, STEM education, science education, educational projects, sustainability, collaboration.

## INTRODUCCIÓN

El Taller de Ciencia para Profesores (TCP) está diseñado para que el profesorado de diferentes regiones de México se vincule con la ciencia, la tecnología y la didáctica creando espacios de colaboración para el diseño de proyectos innovadores. El TCP se desarrolla anualmente desde el 2016 en las instalaciones del Campus Juriquilla de la Universidad Nacional Autónoma de México. Este año se realizó durante la semana del 23 al 29 de junio. En esta versión del TCP se innovó creando algunas actividades en conjunto con las/los asistentes del Taller de Ciencia para Jóvenes 2024 (TCJ) con el objetivo de mejorar su efectividad e impacto. Las actividades comunes fueron algunos talleres, prácticas de laboratorios y un par de seminarios.

Durante la comida se promovió un espacio para la socialización en un ambiente relajado y ameno. Esta nueva modalidad promovió una mayor interacción entre el profesorado y el estudiantado en la adquisición de conocimientos, a través de la discusión, la reflexión y la participación durante las actividades. También se buscó crear empatía entre estudiantes y profesores en laboratorios y aulas. Las visitas y la salida de campo del TCP no involucraron a los estudiantes del TCJ ya que se visitaron diferentes sitios.

Es importante destacar que el TCP no incluye clases tradicionales sobre materias específicas; en cambio, se basa en actividades multidisciplinarias que promueven un acercamiento a la ciencia, su aprendizaje y enseñanza en el aula o en los laboratorios de ciencias. De manera general los objetivos del TCP son:

- Actualizar al profesorado con los recursos didácticos y científicos en cada área.
- Fortalecer las habilidades para desarrollar actividades prácticas, uso de recursos tecnológicos y evaluación del aprendizaje.
- Fomentar la creatividad entre docentes y crear ambientes de aprendizaje innovadores y motivadores.
- Promover el trabajo colaborativo y el intercambio de experiencias basadas en el trabajo en equipo.
- Vincular la teoría con la práctica: cómo se pueden aplicar los conocimientos científicos en las diferentes aulas de clases.

Los profesores interesados en participar en futuras ediciones del TCP pueden consultar la convocatoria que se publica anualmente en el mes de marzo en la página del Instituto de Geociencias (IGc) de la UNAM y en las redes sociales del TCP.

### Participantes

Para el TCP 2024 se recibieron alrededor de 20 solicitudes y asistieron 13 profesoras y profesores de secundaria, educación media superior y educación superior, provenientes de diversos estados de la República Mexicana (Ciudad de México, Estado de México, Jalisco, Morelos, Michoacán, Querétaro, Quintana Roo, Veracruz y Zacatecas), de entre 30 y 60 años y con formación educativa en áreas del conocimiento diversas como Biología, Educación, Medicina, Química, Historia, Física, Matemáticas y Geología. Algunos de los docentes conformaron el grupo de autores de este trabajo, que tiene como objetivo compartir experiencias, reflexiones y vivencias de las actividades durante el TCP-2024 (Figura 1).



Figura 1. Fotografía de profesores participantes en el Taller de Ciencia para Profesores 2024 en las instalaciones del Instituto de Geociencias, UNAM-Juriquilla.

### Organizadores

El equipo encargado de organizar, gestionar y supervisar estos talleres estuvo conformado por la M. en C. María Carolina Muñoz Torres del IGc de la UNAM, la M. en C. Iris Alejandra Rojas Eisenring del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, el Dr. Juan Martín Gómez González del IGc y el Ing. Jesús Silva Corona del IGc. El "Taller de Ciencia para Profesores: vinculando la ciencia con la enseñanza", TCP-2024, forma parte del "Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación", PAPIME-PE100424, de la DGAPA-UNAM.

### Actividades en aulas y laboratorios

El TCP se llevó a cabo principalmente en el IGc del Campus Juriquilla de la UNAM, ubicado en el Estado de Querétaro. Las actividades se realizaron en salas para seminarios, un auditorio y algunos laboratorios de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI) y del Laboratorio Nacional de Caracterización de Materiales del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA). Los talleres, seminarios y actividades en laboratorio fueron impartidos por investigadores de diversas instituciones que propusieron diferentes estrategias didácticas y dinámicas sencillas para llevarlas a cabo en el salón de clase. De igual manera, favorecieron la reflexión constante sobre la forma tradicional de dar clases y replantear las dinámicas expuestas con el fin de enriquecerlas.

Durante la visita al laboratorio los investigadores mostraron el uso de equipos tecnológicos de vanguardia de cada una de las diferentes áreas de investigación. La duración de los talleres fue de dos horas, de los seminarios y laboratorios de una hora. Durante la semana del TCP se impartieron 13 talleres, 6 seminarios y 9 laboratorios. Los asistentes seleccionaron su participación a 4 de 8 talleres y un laboratorio.

### Visita a la Universidad Tecnológica de Querétaro y salida de campo

Se realizó una visita a la División de Tecnología Ambiental de la Universidad Tecnológica de Querétaro para participar en un seminario de tópicos diversos y un Taller de Ecotecnia a cargo de la Dra. Lourdes Magdalena Peña Cheng y su grupo, con una duración de 4 horas aproximadamente.

La salida de campo se dividió en dos partes. La primera, por la mañana, consistió en una exploración sensorial geológico-paleontológica en el Parque La Joya-La barreta, a una hora del campus de la UNAM. Por la tarde se realizó una visita a la comunidad La Carbonera, en Querétaro, con el grupo de "Mujeres y Ambiente", con quienes se llevó a cabo un recorrido por la vivienda sustentable, con una duración de 4 horas aproximadamente.

### Aspectos teóricos acerca de la estrategia educativa

#### *La indagación científica*

En el contexto educativo, la indagación científica se refiere a las actividades realizadas para el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo. Es un proceso activo en el que el estudiantado explora el mundo que le rodea al igual que lo realiza un investigador científico, partiendo de un fenómeno natural en el que se proponen explicaciones basadas en evidencias, con el apoyo de su equipo de trabajo. Expertos en el tema afirman que "la mejor forma de interiorizar los conceptos es haciendo ciencia, ya que de esta forma se promueve el desarrollo de habilidades" (Lederman *et al.*, 2013).

El concepto de indagación científica fue presentado por primera vez en 1910 por John Dewey como resultado de la necesidad de transformar la educación, ya que en ese momento la forma de aprender se basaba en la acumulación de datos e información y no en el desarrollo de actitudes y habilidades (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012). Actualmente, aunque se siguen manteniendo sus bases, el enfoque ha evolucionado, categorizando la indagación científica en cinco fases y nueve sub-fases interrelacionadas entre sí y que representan una diversidad de opciones aplicables en el aula (Pedaste *et al.*, 2015). Las habilidades que promueve este modelo incluyen la pregunta detonadora que se intentará explicar a través de la formulación de hipótesis, la experimentación y el análisis de resultados para llegar a una conclusión, promoviendo de esta forma el desarrollo de la curiosidad, el trabajo colaborativo, la escucha activa y el desarrollo de una postura crítica y reflexiva abriendo la posibilidad de que el estudiantado pueda resolver diversas problemáticas, no solo en el área escolar sino también en su entorno personal, social y/o laboral.

En un mundo cada vez más competitivo, los docentes de asignaturas científicas nos enfrentamos a nuevos retos en la enseñanza. Afortunadamente existen espacios de aprendizaje como el TCP que fue un punto de encuentro entre profesionistas en el área de las ciencias y de la educación en el que a través del intercambio de estrategias novedosas quedó evidenciada la forma de aplicar este modelo educativo basado en la indagación (Garritz, 2006; Cristóbal-Tembladera y García-Poma, 2013). Los talleres constituyeron una experiencia invaluable para el aprendizaje, ya que vislumbramos la forma de tener una interacción directa con el objeto de estudio bajo la orientación de un experto.

#### *Importancia de los experimentos y los recursos didácticos*

La experimentación es un proceso inherente al ser humano y que ha dado respuestas a fenómenos naturales. Esta necesidad por comprender el mundo en el que vivimos es algo que nos ha acompañado a lo largo de la historia, lo sabemos gracias a evidencia física que han dejado nuestros antepasados en pinturas rupestres, pergaminos, manuscritos, libros, entre otros testimonios.

Nacemos con la curiosidad de entender el ambiente que nos rodea. Esta curiosidad continúa a lo largo de nuestra vida; sin embargo, es durante los primeros años de vida cuando nos permitimos experimentar aún más. Conforme vamos creciendo, estas ganas de aprender se pueden ir coartando o limitando si no se dan las condiciones necesarias para continuar.

Más que dictar al estudiantado las actividades experimentales que deben realizar, los docentes debemos promover la creatividad y el ingenio para que sean ellos quienes a partir de sus propios recursos sean capaces de resolver sus propias preguntas, sin un manual o un instructivo, pues de esta manera se consolida el conocimiento y comprenden los conceptos de forma práctica y activa.

Al diseñar actividades experimentales promovemos el desarrollo de habilidades de observación, análisis, pensamiento crítico y creatividad. Además, los alumnos aprenden a enfrentar situaciones inesperadas, favoreciendo su resiliencia y su capacidad para resolver problemas. Esta experiencia despierta su curiosidad y fomenta una mentalidad investigativa, sentando una base sólida para futuros científicos y personas con aprecio por el conocimiento.

Los diversos recursos didácticos que se nos facilitaron en el TCP 2024 demostraron que a partir de materiales sencillos se pueden poner en práctica un sinnúmero de ideas nuevas y creativas para resolver cuestionamientos que igualmente pueden ser sencillos de manera colaborativa.

#### *Diseño creativo e impacto en la sociedad*

Un factor relevante para motivar la creatividad son los agentes externos: actividades familiares, personales o socioculturales que impactan positiva o negativamente a un estudiante. La creatividad es multifactorial, es decir, no existe una fórmula que indique cuáles son los componentes específicos que llevan a ella: ésta nacerá a partir de un interés al reconocer los detalles, analizar la situación y al diseñar metas lógicas apropiadas a la situación para transformarlas en metas más complejas e innovadoras.

Existe la falsa creencia de que la creatividad sólo la poseen unos cuantos o que sólo se encuentra en las artes. Esto está lejos de la realidad y lo vemos en la infinidad de descubrimientos, hallazgos o teorías que existen en el mundo, ya que para haber resuelto problemas de impacto social se tuvo que desarrollar un pensamiento creativo implementado de manera sistemática con el método científico (Garcês, 2018).

Nuestro país está lleno de jóvenes que observan a su alrededor y que expresan sus ideas dentro de nuestros salones de clase; sin embargo, éstas no siempre son apoyadas o llevadas a cabo. Contamos con un semillero de futuros profesionales que pondrán a prueba todas sus habilidades para ganarse un lugar en nuestra sociedad. Nuestra labor como profesores consiste en guiarlos, ya que serán nuestros próximos médicos, arquitectos, artistas o escritores.

El TCP 2024 sembró en nosotros la importancia de aventurarnos y arriesgarnos a realizar estrategias sin limitaciones ni prejuicios, sin juzgarnos y sin ataduras tradicionales pues estamos presenciando cambios tecnológicos trascendentes por los cuales tenemos que actualizarnos y dar respuesta a las necesidades actuales de nuestra sociedad.

### Importancia del trabajo colaborativo

Uno de los resultados más impactantes producto del aislamiento por la pandemia de COVID-19 fue la pérdida de habilidades de socialización; esto afectó seriamente al estudiantado, pues al regresar a las aulas nos topamos con su resistencia al trabajo colaborativo. A pesar del diseño de espacios virtuales para su interacción, la pandemia coartó la comunicación entre ellos. Desde entonces se han empleado múltiples herramientas y formas de reactivar la interacción entre el estudiantado; sin embargo, esto no ha sido suficiente, ya que ha disminuido la calidad de los proyectos complejos. También se ha observado poca tolerancia, menor proactividad, apatía e indiferencia entre el estudiantado.

Durante el TCP 2024 se mostraron ejemplos muy claros para reactivar la comunicación entre el estudiantado con actividades sencillas realizadas de una manera amable y priorizando la escucha activa, la tolerancia y el respeto para lograr una experiencia gratificante. Entre el profesorado participante, el TCP destaca por fomentar actividades colaborativas que permitieron compartir conocimiento y crear redes de comunicación entre docentes para el intercambio de ideas, dinámicas y aprendizajes.

### Desarrollo de las actividades

#### Seminarios y talleres

Durante dos horas, investigadores y/o profesores lideraron actividades centradas en una temática definida. Cada sesión comenzó con una introducción al tema y se plantearon los objetivos de aprendizaje. Se desarrollaron dinámicas interactivas, discusiones, análisis y experimentos prácticos, que permitieron a los participantes explorar el tema en profundidad y adquirir habilidades aplicables en clase. También se realizaron actividades específicas para reforzar lo aprendido y asegurar que los conceptos clave quedaran comprendidos. Al finalizar, se abrieron espacios para la reflexión, intercambio de ideas para compartir experiencias y recibir retroalimentación.

- Seminario “Cómo funciona mejor nuestro cerebro”, impartido por la Dra. Sofía Yolanda Díaz Miranda, quien explicó cómo se conforma el cerebro, su periodo de maduración que termina a los 33 años, el número de horas necesarias para descansar y los factores de riesgo por la mala alimentación. Cabe resaltar que esta actividad se llevó a cabo en conjunto con los jóvenes, para sensibilizarnos y entender cómo se comporta o reacciona el estudiantado ante el estrés.
- Seminario-taller “Club de ciencia de química verde y desarrollo sostenible”, impartido por el Ing. Francisco Cortés Ruiz del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Azcapotzalco. Se describe también como taller porque se realizaron diversas prácticas sostenibles para la enseñanza en el bachillerato, tales como la síntesis de soluciones en un horno de microondas, la observación de fluorescencia de pigmentos fotosintéticos utilizando una lámpara de UV y el análisis del efecto producido por las reacciones de óxido-reducción de la clorofila, resaltando que en estas actividades se aplicaron los principios de la química verde y la importancia de la sostenibilidad (Figura 2).
- Seminario "El desarrollo del pensamiento científico en alumnos de educación secundaria y media superior", impartido por el M. en E. Juan Carlos Miranda de la

Universidad Pedagógica Nacional de Querétaro, quien habló de las competencias científicas en la escuela clasificadas en conocimientos requeridos (saber), habilidades (saber hacer), y actitudes (saber ser); también abordó lo que implica realizar una investigación de la teoría de la inteligencia tripartita y un análisis de estrategias cognitivas.

- Seminario virtual “Enseñanza de la ciencia con tecnología de Arduino”, impartido por el M. en C. Octavio Enrique Posada Quintero, de la Escuela Secundaria General No. 225 “Nueva Creación” del municipio de Tecámac, Estado de México. Este seminario resaltó la importancia y facilidad de utilizar herramientas digitales al alcance de todos para la enseñanza de las ciencias, en particular de la Química, con una aplicación descargable de Arduino (*Arduino Science Journal*) y un celular. Se realizó un experimento, guiado en línea por el ponente, donde se monitoreó una reacción de efervescencia al diluir una tableta de antiácido en agua y se elaboraron gráficas del sonido detectado con un teléfono celular. La aplicación mostró la diferencia de la velocidad de las reacciones con agua fría o caliente, así como la velocidad de la solubilidad.
- Seminario "Los diez experimentos más bellos de la Física en la educación básica", impartido por la Dra. Susana Alaniz Álvarez, quien dio a conocer estos experimentos y mencionó que las características para lograrlos deben ser la simplicidad, la precisión y el bajo costo y que, sobre todo, deben provocar cambios en la percepción de lo que la gente sabe y cree. Los experimentos pueden encontrarse en la sección de “Difusión” en la página del IGc: [https://tellus.geociencias.unam.mx/index.php/lab\\_taller/](https://tellus.geociencias.unam.mx/index.php/lab_taller/)
- Seminario “Encuentro Investigadores-Estudiantes”. Fue una actividad compartida con los estudiantes del TCJ, al cual asistieron los docentes del TCP en la primera hora de duración. Para este seminario se consideró que debía ser de mujeres en la ciencia como reconocimiento a la importante y destacada labor que realizan. Estuvieron presentes la Dra. Adriana Espino del Castillo, la Dra. Daniela Calvo y la Dra. Bárbara Moguel Rodríguez. Cada una de las ponentes tuvo una comunicación directa con los jóvenes sobre cómo fue su inserción a la ciencia y la investigación en el área de las geociencias.
- Seminario “Encuentro Investigadores-Estudiantes”. Se trató de una actividad donde los docentes del TCP pudieron compartir con los estudiantes del TCJ durante la primera hora de duración. Este seminario estuvo dedicado a mujeres en la ciencia como reconocimiento a la importante y destacada labor que realizan.



Figura 2. a) Taller de Química verde impartido por Ing. Francisco Cortés Ruiz, en el aula del Instituto de Geociencias. b) Prueba de encendido de un foco con clorofila por parte de Francisco Cortés y profesores participantes.

Las ponentes fueron la Dra. Adriana Espino del Castillo, la Dra. Daniela Calvo y la Dra. Bárbara Moguel Rodríguez. Cada una de ellas conversó directamente con los jóvenes sobre cómo fue su inserción a la ciencia y la investigación en el área de las geociencias.

- Taller de Danzaterapia. Se realizó en las canchas deportivas del campus para dar la bienvenida a las/los participantes. La actividad fue guiada por la Dra. Kenya Sánchez y en ella participaron los asistentes a los talleres TCP y TCJ en actividades psico-terapéuticas de movimiento para integrar el cuerpo y la mente. La actividad propuesta fue conectarnos con nuestros cuerpos imitando el movimiento de animales al ritmo de sonidos de tambores. Al finalizar se elaboraron carteles para dejar un mensaje al alumnado y profesorado (Figura 3).
- Taller “Despierta tu curiosidad creativamente”, a cargo de la Dra. Diana Rubio Navarro, mexicana que forma parte de las diez mejores docentes del mundo por la fundación Varkey y es experta en estrategias didácticas de ciencias. Durante el taller, la Dra. Rubio explicó la importancia de despertar la curiosidad en el estudiantado, a partir de ideas innovadoras diseñando objetos de estudio, juegos y retroalimentación positiva para atraerlos cada vez más al área de las ciencias. Como prueba de esto compartió con nosotros una serie de imágenes que usamos como modelo para elaborar de forma creativa 10 dibujos diferentes en no más de 3 minutos, estimulando de esta forma nuestra creatividad. Mostró ideas locas de cómo se han resuelto necesidades cotidianas y con esto solicitó que inventáramos una actividad original, creativa e innovadora de algún tema que identificáramos como complejo, para enriquecer nuestras ideas y transformar nuestras estrategias en el aula (Figura 4).
- Taller "Paleontología, Evolución, Paleogeografía y Ciencias de la Tierra", impartido por el M. en C. Luis Espinoza Arruabarrena, del Instituto de Geología de la UNAM, quien nos mostró la importancia de una buena organización, de la presentación de evidencias claras y del uso de un lenguaje accesible. El Mtro. Espinoza presentó de manera lógica y cronológica la evolución de la vida a la par de la evolución geológica, mostró su clasificación en el tiempo y describió cómo los restos fósiles forman parte de la historia geológica registrada en los estratos de la Tierra.
- Taller “Pliegues en rocas: ¿cómo son?”, impartido por el Dr. Ángel Nieto Samaniego, quien nos invitó a conocer los pliegues en las rocas, cómo se forman y cuál es su importancia.



Figura 2. a) Taller de Química verde impartido por Ing. Francisco Cortés Ruíz, en el aula del Instituto de Geociencias. b) Prueba de encendido de un foco con clorofila por parte de Francisco Cortés y profesores participantes.



Figura 4. a) Fotografía de la ponencia de la Dra. Diana Rubio “Potenciar la creatividad”. b) Fotografía de la ponente y del grupo de profesores participantes al Taller de Ciencia 2024.

Además, destacó la ocurrencia de sismos y sus principales consecuencias y habló de los instrumentos con los que se cuenta para medirlos, las medidas de precaución civiles y el cómo tener conciencia ciudadana.

- Taller "Las ondas de choque: antecedentes y aplicaciones biomédicas actuales", impartido por el M. en C. Francisco Fernández Escobar quien, a través de microexplosiones controladas en el laboratorio, demostró cómo ocurre la combustión interna con un encendedor de antorcha y alcohol, los cuales manipularon tanto los jóvenes como los docentes. Esta experiencia fue impactante no solo por ver cómo salían volando los balines que se introdujeron en el encendedor, sino también por el estruendo que esto provocó. Otro de los experimentos empleó descargas eléctricas, emitidas por fuentes de poder, para observar cómo el choque eléctrico es capaz de incendiar objetos; todo esto, con la intención de explicar su aplicación en la medicina al pulverizar cálculos renales sin la necesidad de una cirugía invasiva.
- Taller “Nanotecnología y Biomedicina: la intersección de lo invisible”, impartido por la Dra. Luz María López Marín quien mostró nanopartículas dentro de un vial y su interacción con un haz de luz al apuntarlas con un láser. Las nanopartículas son sintetizadas en el CFATA de la UNAM para investigar sus aplicaciones en medicina y diagnósticos dirigidos.
- Taller “Historietas sedimentarias: descifrando los episodios de la evolución terrestre”, impartido por la Dra. Mildred Zepeda del Instituto de Geociencias, quien explicó de manera didáctica la evolución del supercontinente Pangea y las evidencias para su reconstrucción a través del conocimiento de la paleontología, la paleogeografía y las rocas sedimentarias.

- Taller "El uso de los microorganismos en la ciencia: beneficios y desventajas. Conexión Biología-Física", impartido por la Dra. Blanca Edith Millán Chiu, quien hizo un recorrido por el CFATA explicando el funcionamiento del equipo de laboratorio, mostrando los experimentos realizados con diversos tipos de bacterias y hongos usados para la elaboración de bioplásticos y proporcionando los materiales para la germinación de setas.
- Taller "Tendencias de la ingeniería de reemplazo en extremidades superiores", impartido por el Dr. Ángel Luis Rodríguez Morales, quien combinó elementos esenciales con una narrativa autobiográfica sobre sus estudios y sobre cómo llegó a la investigación científica. Los participantes ensamblaron una pieza similar a una prótesis, experiencia sumamente enriquecedora. Al final, el Dr. Rodríguez animó a los estudiantes a seguir aprendiendo, mostrando un proceso teórico que incluía conceptos y procedimientos físicos y matemáticos de nivel preparatoria para evaluar la eficacia de las prótesis.
- Taller "Planteamiento del problema", impartido por la Dra. Diana Lorena Rubio Navarro, quien demostró una técnica para diferenciar entre una problemática y una situación. Una vez identificadas, cada docente escribió en una *post-it* las causas y las consecuencias del problema. Los *post-it* se pegaron en el pizarrón para posteriormente categorizarlos por equipos de trabajo previamente organizados. Al finalizar se leyeron todas las aportaciones y se argumentaron las propuestas. Esta actividad permitió desarrollar el contexto y la comunicación basada en un objetivo en común. Una de las frases que más resonó en este taller fue mencionada por la Dra. Rubio: "No capacitamos, porque ya son capaces: nosotros profesionalizamos".
- Taller "Incentivando la investigación", impartido por el Dr. Ulises Mora; inició repartiendo huevos a los equipos para calcular su superficie en reposo. El objetivo fue aplicar la inteligencia, despertar la curiosidad, promover el pensamiento crítico y fomentar el pensamiento analítico durante un aparente cálculo simple. Al mismo tiempo, esta actividad implicó la reflexión colectiva, el uso de la creatividad y la lluvia de propuestas innovadoras para resolver el problema dado.
- Taller "Gráficas y modelos en la ciencia matemática", que impartió el Dr. Luis Álvarez López del Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET). A partir de ejemplos, el Dr. Álvarez explicó la aplicación de gráficas y modelos en diversas áreas de estudio, mostrando que con la comunicación y el lenguaje se pueden "leer e interpretar correctamente las diferentes simbologías". Uno de estos ejemplos fue un acertijo en el que se tenían que utilizar símbolos y letras para comunicar la metodología para encontrar la solución. El acertijo propuesto fue el del viejo, la gallina y el perro, en el que el viejo tiene que cruzar un río con sus animales y pertenencias sin que se coman los animales entre sí. Con esto en mente, el profesorado sugirió, con símbolos y letras, la mejor manera de comunicar el plan de viaje al resto del grupo (Figura 5).
- Taller "Aprendiendo sobre la ciencia del cambio climático con recursos gratuitos de HHMI", impartido por las embajadoras de *Biointeractive*, las profesoras Iris Alejandra Rojas Eisenring y Yedith García Galván. Ellas abrieron la comunicación entre los docentes y relajaron el ambiente con una actividad en la que se buscaban compañeros que hubieran tenido experiencias

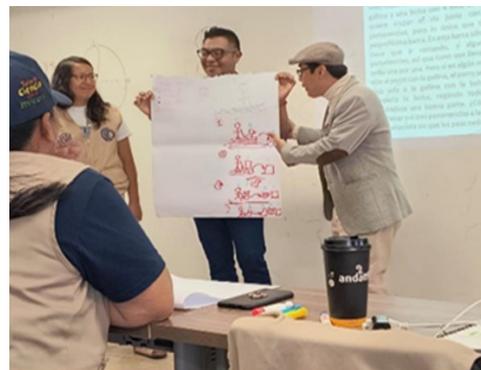


Figura 5. Fotografía de los resultados del taller "Gráficas y modelos matemáticos" del TCP-2024 en las aulas del Instituto de Geociencias.

personales similares. Posteriormente se utilizó el recurso gratuito alojado en la página oficial de *Biointeractive* llamado "Comprendiendo el cambio climático". Se formaron equipos de trabajo para responder preguntas reflexivas; después, a cada integrante se le asignaron hojas de trabajo que contenían una serie de tablas y gráficas. Se reunió a todos los profesores que tenían hojas similares para evaluar, interpretar y entender las gráficas y tablas. Al finalizar se hizo una reflexión grupal en torno a las actividades didácticas y las soluciones propuestas para mitigar el cambio climático y entender la problemática global.

#### Visita a los laboratorios

- Laboratorio de microscopía en el Laboratorio de Geoquímica de Fluidos Corticales del IGc, impartido por la Dra. Marina Vega González quien mostró en el cómo, por qué y para qué se realizan cortes de cerebro. Además, se realizó un pequeño corte de cerebro y se observó en el microscopio. La Dra. Vega también habló de la importancia de las proteínas que se acumulan en el cerebro y su relación con la enfermedad de Alzheimer.
- Laboratorio de nanomateriales en el Laboratorio Nacional de Caracterización de Materiales del CFATA, impartido por el Dr. Fabián Mares Briones. Después de una explicación sobre nanociencias y nanotecnología, se realizó una práctica para la obtención de partículas del tamaño del orden de  $10^{-9}$  m. Finalmente, se reflexionó sobre la importancia de la nanoescala en la enseñanza de estos temas.
- "La biodiversidad en una gota de agua", laboratorio impartido por los investigadores Dr. Enrique Arturo Cantoral Uriza y Dra. Miriam Guadalupe Bojorge García de la UMDI de la UNAM. En este laboratorio se explicó a los participantes cómo usar el microscopio realizando observaciones a diferentes escalas microscópicas; se observaron diatomeas y diferentes organismos los cuales sirven como indicadores de toxicidad en ambientes acuáticos.

#### Visita a la Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro

Se realizó una salida a la Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro (UTEQ) para participar en un seminario titulado "Ecotecnia aplicada a las comunidades", dirigido por la Dra. Lourdes Magdalena Peña Cheng y un grupo de colaboradores estudiantes de la maestría en Economía Circular. Durante el seminario, los

ponentes señalaron la importancia de los conceptos de desarrollo sostenible, eficiencia energética y economía circular y presentaron las innovaciones y proyectos vanguardistas implementados por alumnos y profesores de la UTEQ entre los que destacan el diseño de biodigestores, la producción de bioetanol y la fabricación de pintura retardante del fuego, pintura nanotecnológica y pintura antigraffiti (Figura 6a). Todo esto dentro del marco de las acciones que la UTEQ implementa para dar cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) de la ONU.

Al finalizar el seminario se realizó un taller con cuatro actividades didácticas para que los profesores adaptaran estas estrategias en sus escuelas. La primera actividad consistió en un tablero de piso donde se clasificaba el tiempo de degradación de productos. La segunda incluía preguntas de sostenibilidad al lanzar fichas a un tablero de puntajes. En la tercera se subastaban fichas de alimentos según la cantidad de litros de agua necesarios para su producción. En la última actividad se usó papel reciclado para construir un avión de origami (Figura 6b).

#### Excursión geológica

Se realizó un recorrido de campo sensorial geológico-paleontológico al Parque La Joya-La Barreta, donde se observaron los tipos de suelos, rocas y las diferentes formaciones geológicas de la región.



Figura 6. Fotografías de las actividades desarrolladas por parte de los participantes del TCP-2024 en las instalaciones de la Universidad Tecnológica del Estado de Querétaro. a) Seminario "Ecotecnias aplicadas a las comunidades". b) Taller de actividades didácticas sobre sostenibilidad.

Esta visita fue guiada por el Ing. J. Jesús Silva Corona, la M. en C. Iris A. Rojas Eisenring, el M. en C. Julio César Chávez Ambriz, el Dr. Adolfo Pacheco Castro y el Dr. Rodrigo Gutiérrez Navarro.

En la excursión se realizó un ejercicio de ubicación y entendimiento del contexto geológico de Querétaro y del Cinturón Volcánico Transmexicano. Posteriormente se invitó a reflexionar sobre los animales que recorrieron estas regiones durante el Pleistoceno y la riqueza del contenido fósil en las cercanías de los estados de Guanajuato y Querétaro. El Parque La Joya-La Barreta es administrado por una familia local. Cuenta con un invernadero y una farmacia viva con diversas plantas medicinales, así como instalaciones y amenidades para que los visitantes acampen y disfruten de la naturaleza los fines de semana. Con este recorrido se redondeó el aprendizaje del profesorado en el campo acerca de los diferentes subsistemas que componen el Sistema Tierra, así como de los temas vistos durante los talleres y seminarios (Figuras 7 y 8).

Finalmente se realizó una visita a la comunidad La Carbonera, en Querétaro, con el grupo de "Mujeres y Ambiente" quienes presentaron el diseño y la operación de su vivienda sustentable, el jardín comunitario y la tienda de productos naturales y orgánicos para la higiene personal y la salud.



Figura 7. Fotografía de grupo de profesores y guías de la excursión sensorial geológico-paleontológica en el mirador del parque Joya-La Barreta, Querétaro..



Figura 8. Fotografía del grupo de estudiantes y profesores participantes en el TCJ-TCP 2024.

## CONCLUSIONES

La capacitación y actualización docente, desarrolladas de manera multi e interdisciplinaria e integrando los últimos avances científico-tecnológicos ofrecidos en el TCP-24, enriquecen las prácticas pedagógicas, complementan los programas de estudio y fortalecen el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula.

El TCP ofreció nuevas formas de acercar la ciencia a los alumnos de manera divertida, eficiente y sencilla, sin necesidad de grandes proyectos ni materiales costosos. Se logró que las y los participantes reflexionaran profundamente con recursos modestos y significativos. Esto brinda la capacidad de ofrecer una educación más dinámica y efectiva, garantizando experiencias de aprendizaje actualizadas y enriquecedoras para los estudiantes. El TCP tiene un impacto profundo y positivo en el aprendizaje de los estudiantes, ya que permite a los docentes generar una sólida educación científica, fomentar el intercambio de conocimientos y experiencias, implementar el trabajo en equipo y acercar a los estudiantes a la ciencia, lo que les ofrece una mayor diversidad de opciones al momento de elegir una carrera profesional para los estudiantes.

Es imprescindible que los Talleres de Ciencia para Profesores se extiendan a más personas, incentivando a las instituciones de investigación a implementarlos y proporcionarles los recursos necesarios para lograr una mayor difusión, presencia y alcance, en beneficio de la educación científica en México.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Juan Martín Gómez, a la M. en C. Carolina Muñoz Torres, al Ing. Jesús Silva Corona y a la M. en C. Iris Alejandra Rojas Eisenring por la organización y logística para desarrollar el "Taller de Ciencia para Profesores: vinculando la ciencia con la enseñanza", también agradecemos a las y los estudiantes participantes del Taller de Ciencias para Jóvenes 2024 así como a monitores, talleristas, ponentes e investigadores y a todas las personas que participaron en la coordinación y desarrollo de este magnífico evento. De igual forma agradecemos a los revisores del manuscrito, Sandra Paula Villacorta Chambi y Gilberto Silva Romo, por sus enriquecedoras observaciones que ayudaron a mejorar este trabajo.

## REFERENCIAS

- Cristóbal-Tembladera, C. M. y García-Poma, H. A. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104.
- Garcês, S. (2018). Creativity in science domains: a reflection. *Atenea*, 517, 241-253. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-04622018000100241>
- Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 127-152. <https://doi.org/10.35362/rie420765>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., y Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.

Pedaste M., Mäeots M., Siiman L. A., De Jong T., Van Riesen S. A., Kamp E. T. y Tsourlidaki E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.

Reyes-Cárdenas, F. y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23(4), 415-421.

Manuscrito recibido: 6 de junio de 2023

Manuscrito corregido recibido: 9 de octubre de 2023

Manuscrito aceptado: 16 de octubre de 2023