

LA ROBÓTICA DE COMPETENCIA Y LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA: EXPERIENCIA DEL EVENTO BULL-TEC

COMPETITIVE ROBOTICS AND THE TRAINING OF ENGINEERING STUDENTS: EXPERIENCE OF THE BULL-TEC CLUB

R. Cortés Maldonado¹
H. P. Martínez Hernández²
R. Morales Caporal³

RESUMEN

En este trabajo se presentan las experiencias y resultados obtenidos durante el primer evento de Competencia de Robótica "Bull-Tec-2022", organizado por el Instituto Tecnológico de Apizaco a través del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Este evento fue la primera actividad masiva organizada para la comunidad estudiantil y realizada de forma presencial después de varios meses de trabajo a distancia debido a la pandemia por COVID-19. La actividad se desarrolló con éxito gracias a la participación de los estudiantes de la institución, quienes participaron como competidores y coordinadores en la logística del evento. La participación de los estudiantes fue coordinada por el Departamento de Eléctrica-Electrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco a través de dos actividades complementarias: 1. Mini-robótica y 2. Staff Mini-robótica. Este trabajo describe la relevancia de enfocar las actividades complementarias de círculos de estudio hacia la participación y organización de eventos de robótica de competencia, que fomentan la creatividad, innovación, desarrollo tecnológico y las habilidades blandas de la comunidad estudiantil de los diferentes programas educativos de la institución.

ABSTRACT

This paper presents the experiences and results obtained during the first event of the "Bull-Tec-2022" Robotics Competition, organized by the Technological Institute of Apizaco, through the Department of Electrical and Electronic Engineering. This event was the first massive activity organized for the student community and carried out in person after several months of remote work due to the COVID-19 pandemic. The activity was carried out successfully thanks to the active participation of the students of the institution, who participated as competitors and coordinators in the logistics of the event. The participation of the students was coordinated by the Department of Electrical-Electronics of the Technological Institute of Apizaco through two complementary activities: 1. Mini-robotics and 2. Mini-robotics Staff. This work describes the relevance of focusing the complementary activities of study circles towards the participation and organization of competition robotics events, which promote creativity, innovation, technological development, and soft skills of the student community of the different educational programs of the institution.

ANTECEDENTES

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) mediante decreto presidencial del 23 de julio de 2014, fue fundado como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública (SEP), que sustituyó a la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST), unidad administrativa que se hacía cargo de coordinar a los Institutos Tecnológicos (TecNM, 2023). El Instituto Tecnológico de Apizaco (ITApizaco) perteneciente al TecNM es una institución pública de educación superior tecnológica ubicada en Av. Instituto Tecnológico

¹ Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. TecNM-Instituto Tecnológico de Apizaco. raul.cm@apizaco.tecnm.mx

² Profesora de Tiempo Completo. TecNM-Instituto Tecnológico de Apizaco. haydee.mh@apizaco.tecnm.mx

³ Profesor de Tiempo Completo. TecNM-Instituto Tecnológico de Apizaco. roberto.mc@apizaco.tecnm.mx

No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Méx. C.P. 90491. En esta institución se ofertan nueve programas de licenciatura, tres programas de maestría y uno de doctorado (ITApizaco, 2023), atendiendo en la actualidad a aproximadamente cuatro mil estudiantes. En particular, se ofertan las carreras de Ingeniería en Electrónica, Ingeniería en Sistemas Automotrices, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Mecatrónica, que forman profesionales en áreas de la transformación industrial y tecnológica para atender las necesidades que demanda el entorno.

En el ITApizaco, los estudiantes de ingeniería son formados sólidamente en el aspecto técnico y profesional, promoviendo actividades que fomenten su creatividad, emprendimiento, la investigación y el desarrollo tecnológico. Asimismo, se fomenta en ellos la activación de competencias y habilidades blandas, por ejemplo, autoconfianza, trabajo en equipo, hábitos de estudio, creatividad, emprendimiento, automotivación, tolerancia a la frustración, entre otras (ITApizaco, s.f.). En este sentido, durante el periodo agosto-diciembre 2021, un grupo de estudiantes del ITApizaco fueron coordinados por una docente adscrita al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica para participar en competencias de robótica organizadas por la Olimpiada Mexicana de Ciencia y Tecnología (Vázquez, 2021) y por el TecNM-Las Choapas (Radiovoztv, 2021). A partir de esta experiencia, los estudiantes y la docente tomaron la iniciativa para comenzar las actividades del hoy llamado club de robótica “Bull-Tec”, el cual atrajo la atención de varios estudiantes interesados en aprender y aplicar los conocimientos de la robótica de competencia, donde los estudiantes aplican e integran los conocimientos adquiridos en los cursos formativos de las diferentes carreras, por ejemplo, el diseño de carcasas mediante Solid Works y Blender, manufactura aditiva, el diseño de circuitos electrónicos con sensores controlados a través de microcontroladores, trabajo colaborativo, entre otros.

Robótica de competencia

La robótica de competencia o robótica educativa consiste en retos que incluyen tareas basadas en proyectos, juegos de equipo, desafíos de lucha o resolución de una tarea genérica, están dirigidas a un público nacional o internacional, donde los participantes diseñan, construyen o programan robots que se enfrentan con aquellos diseñados y construidos por otros participantes, siguiendo las reglas establecidas por el comité organizador del evento (Evripidou et al., 2020). Existen diferentes reglamentos en el mundo robotista, por ejemplo, el utilizado en el Campeonato Uruguayo de Sumo de Robots, organizado por el Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República de Uruguay, entre otros (Zabala, 2007). Las competencias más populares son el seguidor de línea, el laberinto, la lucha sumo y las carreras de insectos, entre otras. Las principales categorías de competencia se describen en la Tabla 1 (Zabala, 2007).

Tabla 1 *Categorías típicas de un evento de robótica de competencia*

No.	Categoría	Descripción
1	Seguidor de línea	En esta competición, los robots participantes deben seguir una línea trazada en la pista, recorriendo un circuito cerrado en el menor tiempo posible. La complejidad del recorrido puede variar.

2	Sumo	En este estilo de competición dos robots (minisumo) se enfrentan sobre un dohyo (zona circular de 75 cm de diámetro); la idea es que ambos intentan sacarse mutuamente de esta zona.
3	Carrera de insectos	En este tipo de competencia, los robots con forma de insectos (no utilizan desplazamiento rodante) utilizan sus extremidades inferiores para recorrer trayectorias rectas, siendo el ganador el robot que finalice primero la trayectoria establecida.
4	Robot soccer (Robo Fut)	Robo Fut es una categoría en la que dos o más robots radio controlados, diseñados para simular un partido de futbol, se enfrentan en un campo de juego similar al deporte original.

METODOLOGÍA

La organización del **Primer evento de competencia de robótica “Bull-Tec” 2022** se realizó siguiendo una metodología de cuatro fases cronológicas: 1. Presentación del evento, 2. Diseño del evento, 3. Funciones principales previas y durante el evento y 4. Ejecución. La Figura 1 presenta un esquema de la metodología aplicada para la organización del evento “Bull-Tec” 2022.

Figura 1. Metodología de cuatro fases cronológicas para el desarrollo del Primer evento de competencia de robótica “Bull-Tec” 2022



Fase 1: Presentación del evento

El Primer evento de competencia de robótica surge como una propuesta de la academia de Eléctrica-Electrónica para fomentar la creatividad, innovación y desarrollo tecnológico de la comunidad estudiantil de los programas educativos de Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Sistemas Automotrices, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Electromecánica. Asimismo, para activar en los estudiantes de estas áreas las habilidades y competencias blandas que les permitan adaptarse a diferentes roles dentro de un equipo de trabajo, procurando siempre el desarrollo y crecimiento de este último.

En esta fase se elaboró el anteproyecto del evento, el cual fue avalado por el comité de planeación de la institución. En este documento se estableció la justificación para realizar el evento, así como las fechas, requerimientos institucionales, captación y erogación de recursos materiales y económicos, entre otros.

Fase 2: Diseño del evento

El evento se diseñó de tal forma que se contemplaron dos días de competencia. El primer día fue dedicado a competencias amateurs, sin restricciones de edad. El segundo día estuvo destinado a competencias profesionales. El diseño organizacional del evento tuvo como pilar la captación de estudiantes a través de actividades complementarias, las cuales se describen a continuación.

Actividades complementarias

La formación integral de los estudiantes del ITApizaco se fortalece a través de actividades que complementan su desarrollo de competencias profesionales, estas actividades reciben el nombre de actividades complementarias. En todos los programas educativos que se ofertan a nivel TecNM las actividades complementarias tienen valor curricular correspondiente a cinco créditos, cada actividad complementaria corresponde a un crédito curricular y equivale a veinte horas efectivas y verificables (TecNM, 2015).

Figura 2. *Actividades complementarias*



El comité académico del ITApizaco ha acordado la obligatoriedad de dos actividades complementarias y ha propuesto un catálogo de actividades clasificadas en categorías, la Figura 2 muestra un esquema general de la relación existente entre actividades complementarias. La primera actividad obligatoria es la tutoría, cuyo objetivo es contribuir a la formación integral del estudiantado e incidir en las metas institucionales relacionadas con la calidad educativa; elevar los índices de eficiencia terminal, reducir los índices de reprobación y deserción (TecNM, 2015).

La segunda actividad complementaria obligatoria es la actividad deportiva, cuyo objetivo es promover la activación física de la comunidad estudiantil, fomentando una vida saludable a través de la práctica de deportes como fútbol, beisbol, basquetbol, voleibol, atletismo y levantamiento de pesas, entre otros.

Las tres actividades restantes pueden elegirse de aquellas propuestas en el catálogo de actividades complementarias avalado por el comité académico, las cuales se clasifican de acuerdo con las siguientes categorías: círculos de estudio, seguridad y cuidado del medio ambiente, certificación profesional, concursos académicos externos, concursos académicos internos, círculos de lectura, participación en congresos o semanas académicas, grupos estudiantiles, proyectos de investigación y desarrollo tecnológico y participación en actividades culturales regionales y nacionales.

A partir del catálogo de actividades complementarias autorizado por el comité académico de la institución, el Departamento de Eléctrica-Electrónica ofertó dos actividades asociadas a la categoría de Círculos de Estudio: Mini-robótica y Staff Mini-robótica. El objetivo de la

actividad Mini-Robótica fue que los estudiantes realizaran su propio robot para competir en el Primer Evento de Competencia de Robótica “Bull-Tec-2022”, así como, en otros eventos de robótica de competencia locales y regionales.

El grupo de actividades complementarias Staff Mini-robótica tuvo como objetivo participar en actividades de logística antes, durante y después del evento, tales como promoción y difusión del evento entre la comunidad estudiantil del ITApizaco, la región y el país; participación en el proceso de inscripción al evento, organización de equipos, colaborar en la distribución del mobiliario en el gimnasio auditorio, verificar los espacios en donde los participantes alistarán sus robots, así como elaboración de constancias de participación.

Fase 3: Funciones principales

Staff previo al evento

Durante esta fase el equipo de staff desarrolló las pistas de competencia para seguidor de línea, mini-sumo, carrera de insectos y robo fut, el material necesario fue proporcionado por patrocinadores del evento, cuyo logo fue colocado sobre las pistas de competencia.

También, durante esta fase el equipo de staff desarrolló actividades de difusión del evento, la cual se realizó entre la comunidad estudiantil del nivel superior, medio superior y público en general a través de los canales de comunicación digital de la institución, la Figura 3 muestra el banner diseñado por el Departamento de Comunicación y Difusión del TecNM/ITApizaco para promover y difundir el evento de robótica Bull-Tec 2022. Asimismo, se creó una página de Facebook para compartir los videos promocionales del evento, los cuales fueron desarrollados por los mismos estudiantes de las actividades complementarias de Staff Mini-robótica y Mini-robótica (Tecnm Bull Tec, 2022). Una estrategia importante de difusión fue el compartir la convocatoria del evento de robótica “Bull-Tec” en grupos de Facebook como el de la Olimpiada Latinoamericana de Ciencia y Tecnología y el de Torneos de Robótica Nacional e Internacional.

Figura 3. Banner institucional para promover y difundir el Primer evento de competencia de robótica “Bull-Tec” 2022



Durante la semana del evento, el equipo de staff elaboró letreros de señalización, verificó el correcto funcionamiento del audio, micrófonos, cañón y pantalla. Realizó los preparativos necesarios para el evento de inauguración y preparó todo el material a utilizar durante el evento: kit de limpieza, banderolas, relojes, hojas, lapiceros.

Staff durante el evento

Las actividades programadas para el staff durante el evento se clasificaron como: a) atención a jurados, b) atención a delegaciones, c) publicación en redes sociales y d) asistencia general.

Los estudiantes con experiencia en eventos de robótica de competencia se asignaron a la atención de jurados, apoyando en las reuniones con capitanes y en los sorteos clasificatorios. El grupo de estudiantes designado a la atención a delegaciones tuvo como actividades principales atender el proceso de inscripción y registro, así como realizar recorridos constantes en las zonas de trabajo para identificar las necesidades de los equipos participantes.

El evento fue transmitido en vivo a través de la página en Facebook del club Bull-Tec, donde también se realizaron publicaciones del desarrollo del evento, estas actividades fueron de gran relevancia, ya que varios clubes de robótica de la región comenzaron a compartir las acciones de su participación durante el evento.

El grupo de estudiantes de asistencia general tuvieron una gran participación durante la inauguración y al finalizar cada día de competencia, ya que colaboraron en verificar el cuidado y orden de las instalaciones. También participaron activamente en el proceso de premiación, elaboración y entrega de reconocimientos.

La instalación de mesas, equipo de audio, conexión a internet y adecuación de extensiones eléctricas se realizó con la colaboración de docentes y departamentos de apoyo, tales como centro de cómputo, materiales y mantenimiento.

Fase 4: Ejecución

El evento se realizó con éxito los días 11 y 12 de mayo de 2022, las categorías de competencia en el evento fueron Minisumo autónomo, Minisumo RC, Seguidor de línea, Carrera de insectos y Robo Fut. En las primeras tres categorías se consideraron las etapas amateur y profesional. El día uno del evento estuvo dedicado a las competencias amateurs, así como para la carrera de insectos y robo Fut. El día dos, estuvo dedicado a las competencias profesionales de Minisumo autónomo, Minisumo RC y Seguidor de línea. En lo referente a jurados, se contó con la participación de docentes del ITApizaco, de la Universidad Autónoma de Tlaxcala y de la Olimpiada Latinoamericana de Ciencia y Tecnología.

Por otra parte, en referencia a las acciones institucionales que se realizan para promover los programas educativos del ITApizaco, el 12 de mayo de 2022 se realizó el evento denominado Open House, donde estudiantes de nivel medio superior tuvieron acceso a charlas, talleres y prácticas demostrativas en laboratorios de la institución. Además, tuvieron la oportunidad de presenciar en vivo las acciones del Primer evento de competencia de robótica "Bull-Tec" 2022 en su fase profesional.

RESULTADOS

El Primer evento de competencia de robótica del ITApizaco se realizó de forma exitosa los días 11 y 12 de mayo de 2022. En este último día los estudiantes del nivel medio superior

que visitaron las instalaciones del ITApizaco, como parte del Open House, tuvieron la oportunidad de disfrutar las actividades de un evento de robótica de competencia.

Tabla 2. *Número de estudiantes por carrera que participaron en la actividad complementaria Staff Mini-robótica*

Carrera	Hombres	Mujeres	Total
Ing. Electrónica	4	0	4
Ing. en Sistemas Automotrices	9	2	11
Ing. Electromecánica	6	1	7
Ing. Mecatrónica	12	3	15
Ing. en Administración	6	2	8
TOTAL	37	8	45

La Tabla 2 muestra el número de estudiantes por carrera que participaron en la actividad complementaria se puede observar que esta actividad atrajo a estudiantes de cinco programas educativos de la institución. Este resultado resulta de gran interés, ya que, estudiantes de carreras como Administración colaboraron activamente a nivel organización del evento, lamentablemente se observó una baja participación de mujeres en esta actividad.

Tabla 3. *Número de robots participantes por categoría*

Categoría	Amateur	Profesional	Total
Minisumo autónomo amateur	8	13	21
Minisumo RC	11	14	25
Seguidor de línea	14	13	27
Carrera de insectos	9	--	9
Robofut	8	--	8
Total	50	40	90

La Tabla 3 muestra el total de robots participantes por categoría, se puede observar que las categorías minisumo autónomo, minisumo RC y seguidor de línea, en sus etapas amateur y profesional, tienen un número similar de robots participantes. De acuerdo con el registro de inscripción y, en lo que se refiere a carrera de insectos y a las categorías amateur, se observó la participación de clubes de robótica de adolescentes entre 12 y 14 años, provenientes de instituciones como la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) y del colegio Bilingüe Salvador Novo, de Guadalupe Nuevo León.

Dentro de las instituciones participantes del nivel superior, se contó con la presencia de la Universidad Autónoma de Chapingo, la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo del Instituto Politécnico Nacional, el TecNM Campus Poza Rica e Iztapalapa III, la Universidad del Valle de Puebla, entre otras.

Figura 4. *Participantes de colegios privados del nivel básico que participaron en el Primer Evento de Competencia de Robótica “Bull-Tec-2022”*



La Figura 4 muestra la etapa de preparación y homologación de robots, de forma particular se observa la participación de estudiantes de colegios privados de nivel básico del estado de Tlaxcala. La Figura 5 muestra la afluencia de participantes y asistentes durante la realización del Primer evento de competencia de robótica “Bull-Tec” 2022. El día 12 de mayo las actividades se compartieron con el evento denominado Open House que organiza de forma anual el ITApizaco para dar a conocer la oferta educativa de la institución. Durante el Open House, el evento de robótica “Bull-Tec” permitió promover las carreras de Electrónica y Sistemas Automotrices.

La Figura 6 muestra cómo los estudiantes trabajan activamente en equipo, demuestran su capacidad de liderazgo y se comunican con diferentes audiencias, habilidades blandas que tienen la misma relevancia que las competencias profesionales que debe adquirir un ingeniero (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. [CACEI], 2021).

Figura 5. *Afluencia de participantes en el Primer Evento de Competencia de Robótica “Bull-Tec-2022” y asistentes del Open House el día 12 de mayo de 2022*



Figura 6. El trabajo en equipo y el liderazgo son algunas de las habilidades blandas que se desarrollan en la robótica de competencia



CONCLUSIONES

En este trabajo se ha descrito cómo el Departamento de Eléctrica-Electrónica orientó las actividades complementarias de círculos de estudio hacia la participación y organización del Primer Evento de Competencia de Robótica “Bull-Tec-2022”, el cual tuvo como objetivo fomentar la creatividad, innovación, desarrollo tecnológico y las habilidades blandas de la comunidad estudiantil de los programas educativos de Electrónica, Sistemas Automotrices, Mecatrónica, Electromecánica y Administración que oferta el ITApizaco. Estas actividades complementarias cumplieron con su objetivo establecido en el Manual de Actividades Académico Administrativas 2015 del TecNM.

También, el Primer Evento de Competencia de Robótica “Bull-Tec-2022” se realizó de forma exitosa gracias a la participación de los estudiantes de ingeniería de las diferentes carreras que oferta el ITApizaco. El evento atrajo a participantes de diferentes niveles de instituciones educativas del país, tales como el TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, TecNM/Iztapalapa III, Unidades Básicas de la UPAEP, Colegio Bilingüe Salvador Novo, entre otras.

Finalmente, es importante mencionar que los estudiantes que participaron en la organización del evento y en las competencias, compartieron experiencias y estrategias para la resolución de problemas en colaboración con sus pares, todo en un marco de respeto y valoración de la diversidad.

BIBLIOGRAFÍA

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (2021). *Marco de Referencia 2018 para la acreditación de programas de Ingeniería, Criterios e indicadores*. http://cacei.org.mx/docs/marco_ing_2018.pdf

Evripidou, S., Georgiou, K., Doitsidis, L., Amanatiadis, A., Chatzichristofis, S., & Zinonos, Z. (2020). Educational Robotics: platforms, competitions and expected learning outcomes. *IEEE Access*, vol. 8, pp. 219534-219562. <https://dias.library.tuc.gr/view/90264?locale=en>

Instituto Tecnológico de Apizaco (s.f.). *Misión y Visión*.
<https://www.apizaco.tecnm.mx/misionvision/>

Instituto Tecnológico de Apizaco (2023). *Reseña histórica*.
<https://www.apizaco.tecnm.mx/historia/>

Radiovoztv (8 de diciembre de 2021). *Viene el Magno concurso de Kibi Bots 2021* [video]. Youtube.
https://www.youtube.com/watch?v=5QK78x4KCp0&ab_channel=Radiovoztv

TecNM Bull Tec (5 de mayo de 2022). *El TecNM campus Apizaco a través del departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, convoca a todos los interesados en las áreas afines a participar en el 1er. Evento de competencia de Robótica Bull-Tec2022*. [publicación de Facebook].
<https://www.facebook.com/100083543611939/videos/711508059970586>

Tecnológico Nacional de México [TecNM] (2015). *Manual de Lineamientos Académico Administrativos del Tecnológico Nacional de México*.
https://escarcega.tecnm.mx/tecNM/Manual_de_Lineamientos_TecNM.pdf

Tecnológico Nacional de México [TecNM] (2023). *Breve historia de los Institutos Tecnológicos*. <https://www.tecnm.mx/?vista=Historia>

Vázquez, A. (02 de diciembre de 2021). *Inició la olimpiada mexicana de ciencia y tecnología con sede en Contla. Síntesis Tlaxcala*.
<https://sintesis.com.mx/tlaxcala/2021/12/02/inicio-la-olimpiada-mexicana-de-ciencia-y-tecnologia-con-sede-en-contla/>

Zabala, G. (2007). *Robótica, Guía Teórica y Práctica* (1ª Ed.). Usershop