

Capítulo 4. El Instituto de Innovación y Competitividad y sus mecanismos de transferencia del conocimiento

RAÚL VARELA TENA¹



DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.388.04>

Resumen

El capítulo analiza el papel del Instituto de Innovación y Competitividad (I²C) como eje de la transferencia de conocimiento en Chihuahua, dentro de un ecosistema regional de ciencia, tecnología e innovación. En un contexto dominado por la manufactura, el I²C impulsa la colaboración entre academia, industria, gobierno y sociedad bajo el modelo de la cuádruple hélice. Ha financiado más de 200 proyectos de I+D+i investigación, desarrollo e innovación, creado nodos regionales y fortalecido la cultura de propiedad intelectual. Entre sus programas destacan Edu-Innova, que promueve la alfabetización científica en comunidades vulnerables; el Concurso Estatal de Robótica y Biónica, que estimula competencias STEM y la innovación juvenil; y la Feria Estatal de Ciencia e Ingenierías (FECI), espacio de socialización del conocimiento y vinculación interinstitucional. Además, el I²C ha desarrollado una arquitectura integral que articula la sensibilización, la formación de talento, la movilidad internacional y la valorización de resultados. El caso de Chihuahua demuestra un modelo de innovación inclusiva con desafíos en sostenibilidad, equidad territorial y retención de talento, pero con alto potencial de replicabilidad nacional.

¹ Doctorante en Administración de Gestión Tecnológica por la Universidad Autónoma de Coahuila, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1875-3766> ; correo electrónico: iir-vt@me.com

Palabras clave: *transferencia de conocimiento, innovación regional, ecosistema de ciencia y tecnología.*

El Instituto de Innovación y Competitividad en Ecosistema de Innovación

El Instituto de Innovación y Competitividad (I²C) del estado de Chihuahua se ha consolidado como una entidad clave dentro del ecosistema regional de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Desde su creación, ha buscado fortalecer la vinculación entre el sector académico, la iniciativa privada y el gobierno, con el propósito de fomentar el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimiento como instrumentos estratégicos para el crecimiento económico y social del estado. Este enfoque se alinea con los objetivos de la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGMHCTI), la cual impulsa la creación de capacidades regionales para la generación, apropiación y aplicación del conocimiento científico (CONAHCYT, 2023).

El contexto económico de Chihuahua muestra una estructura productiva dominada por la industria manufacturera y maquiladora, que representa más del 37 % del PIB estatal (INEGI, 2024). Este dinamismo industrial ha impulsado la demanda de talento técnico y científico, pero también ha evidenciado la necesidad de mecanismos que faciliten la innovación endógena, la diversificación productiva y la reducción de brechas tecnológicas. De acuerdo con el *Índice de competitividad estatal 2024* elaborado por el IMCO, Chihuahua se ubica entre los diez estados más competitivos del país, destacando en los subíndices de innovación, aprovechamiento tecnológico y vinculación empresarial (IMCO, 2024).

En este contexto, el I²C ha asumido un papel de articulador estratégico del ecosistema de innovación del estado, integrando esfuerzos de los sectores académico, empresarial y gubernamental. El concepto de ecosistema de innovación se entiende aquí como un sistema complejo y adaptativo que reúne actores, instituciones, recursos y políticas orientadas a la creación, circulación y aplicación del conocimiento (Autio et al., 2018). Este enfoque reconoce que la innovación no emerge de manera aislada, sino

como resultado de interacciones entre múltiples agentes que comparten objetivos comunes y se benefician de la cooperación (Carayannis y Campbell, 2010).

Con esta definición como base, los siguientes apartados enfatizan el análisis de mecanismos, resultados observables y tensiones del modelo regional.

Capacidad científica e importancia de la transferencia de conocimiento

A nivel nacional, Chihuahua concentra el 3.5 % de los investigadores adscritos al Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNI) y el 2.8 % de las solicitudes de patentes presentadas ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) durante 2023 (CONACYT, 2023; IMPI, 2024). Estos datos posicionan al estado como un actor emergente en materia de innovación y desarrollo tecnológico, especialmente en áreas relacionadas con la manufactura avanzada, la ingeniería de materiales, la automatización y la energía sustentable. Sin embargo, el desafío radica en transformar estas capacidades científicas en impactos tangibles sobre la productividad y el bienestar social de la población.

El papel del i^2c ha sido fundamental para impulsar políticas regionales orientadas a fortalecer la transferencia de conocimiento (TC). La *transferencia de conocimiento*, según la definición de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2022), comprende el conjunto de procesos mediante los cuales el conocimiento generado por universidades, centros de investigación y empresas se convierte en innovaciones aplicables que generan valor económico o social. En este sentido, el i^2c ha diseñado programas y mecanismos que permiten traducir los resultados de la investigación en soluciones concretas, atendiendo los retos específicos de las comunidades, las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) y los sectores estratégicos del estado.

Pilares del ecosistema de innovación en Chihuahua

El ecosistema de innovación de Chihuahua se estructura alrededor de cinco pilares principales:

- **Capital humano especializado:** oferta creciente de programas universitarios en ingeniería, tecnología y ciencias aplicadas.
- **Infraestructura tecnológica:** presencia de centros de investigación, laboratorios y plataformas de innovación impulsadas por el I²C y el Fondo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (FECTI).
- **Financiamiento para la innovación:** operación del FECTI que canaliza recursos a proyectos de I+D+i a nivel estatal.
- **Redes de colaboración:** articulación entre universidades, gobierno y empresas mediante esquemas de coinversión y transferencia tecnológica.
- **Políticas públicas propicias:** iniciativas que promueven la adopción de tecnologías emergentes, la protección de la propiedad intelectual y la internacionalización del talento.

De acuerdo con información institucional (I²C, 2024), entre 2019 y 2024 se financiaron más de 200 proyectos de investigación aplicada con una inversión acumulada superior a 250 millones de pesos. Si bien estos datos permiten dimensionar el alcance programático, su interpretación como impacto estructural requiere métricas adicionales como escalamiento tecnológico, adopción industrial o generación de empleo especializado, que no siempre se reportan de manera sistemática en fuentes públicas.

Innovación colaborativa y gobernanza del conocimiento

La estrategia regional de innovación del I²C se basa en el paradigma de la triple hélice (Etzkowitx y Leydesdorff, 2000), que plantea la interacción si-

nérgica entre universidad, industria y gobierno como motor del desarrollo basado en el conocimiento. No obstante, el instituto ha evolucionado hacia una perspectiva de cuádruple hélice, incorporando a la sociedad civil y a los usuarios finales en los procesos de innovación, particularmente a través de programas como Edu-Innova y la Feria Estatal de Ciencia e Ingenierías. Esta ampliación responde a las recomendaciones internacionales de la UNESCO (2021) sobre la necesidad de integrar la dimensión social y cultural en la política científica y tecnológica.

Desde un enfoque de política pública, el I²C ha contribuido a consolidar un modelo de gobernanza del conocimiento que equilibra la promoción de la investigación académica con la generación de innovación social y empresarial. Este modelo se distingue por tres elementos clave: (a) la planeación estratégica de la inversión en I+D+i, (b) la creación de capacidades tecnológicas locales y (c) la institucionalización de mecanismos de transferencia y protección de la propiedad intelectual. Gracias a estos esfuerzos, Chihuahua ha logrado avances significativos en sus indicadores de innovación. Por ejemplo, entre 2018 y 2023 el número de proyectos registrados con componente tecnológico aumentó un 62 %, mientras que las solicitudes de registro de propiedad industrial vinculadas a instituciones educativas se incrementaron en 45 % (IMPI, 2024). Asimismo, se reporta un crecimiento sostenido en la participación de mujeres investigadoras, que pasó del 28 % al 36 % en el mismo periodo (CONAHCYT, 2023).

A nivel territorial, el I²C ha impulsado la creación de nodos regionales de innovación distribuidos en seis grandes zonas del estado: norte (Ciudad Juárez), centro (Chihuahua capital), noroeste (Nuevo Casas Grandes-Paquimé), sur (Jiménez-Camargo), serrana (Guerrero-Cuauhtémoc) y noeste (Ojinaga-Ahumada). Esta descentralización ha permitido atender de manera diferenciada las necesidades de cada región, promoviendo proyectos de base tecnológica adaptados a los sectores productivos locales. Por ejemplo, en la zona serrana se ha priorizado la innovación en procesos agroindustriales y energías renovables, mientras que en la zona norte se impulsa la automatización y la industria 4.0 en las cadenas de manufactura (Instituto de Innovación y Competitividad, 2024).

El impacto de estas políticas se refleja en avances dentro del Índice Global de Innovación (IMPI, 2024). Si bien México mantiene una posición me-

día a nivel mundial, estados como Chihuahua y Nuevo León han emergido como polos regionales de transferencia tecnológica. Este reconocimiento evidencia la capacidad del I²C para generar un entorno favorable a la innovación mediante la articulación de programas de formación, eventos de divulgación, concursos de robótica, ferias científicas y mecanismos de protección intelectual.

En suma, el I²C ha transitado de ser un organismo promotor de proyectos científicos a convertirse en un agente de transformación estructural dentro del ecosistema estatal de innovación. Su habilidad para conectar la investigación académica con las necesidades sociales y productivas del territorio lo posiciona como un referente nacional en políticas de innovación regional. No obstante, los retos actuales —como la sostenibilidad financiera, la brecha tecnológica rural-urbana y la retención de talento altamente calificado— requieren profundizar los mecanismos de cooperación intersectorial y fortalecer la cultura científica ciudadana para garantizar un desarrollo inclusivo y sostenido.

Edu-Innova: transferencia social del conocimiento

El programa Edu-Innova, desarrollado por el I²C, es una estrategia emblemática de transferencia social del conocimiento (TSC). Su propósito es reducir las brechas de acceso a la ciencia, la tecnología y la innovación en comunidades vulneradas mediante procesos educativos basados en la experimentación, la creatividad y la resolución de problemas contextualizados. De acuerdo con el Instituto de Innovación y Competitividad (2024), el programa atiende anualmente a más de 7000 niñas, niños y adolescentes en las seis regiones del estado. La evidencia disponible describe principalmente cobertura y participación; por ello, es pertinente complementar las evaluaciones externas o seguimiento longitudinal que permitan estimar cambios sostenidos en habilidades y trayectorias educativas.

La relevancia de Edu-Innova radica en que representa un modelo de democratización del conocimiento científico-tecnológico, alineado con las recomendaciones de la UNESCO (2023) sobre la necesidad de fortalecer

las capacidades científicas en comunidades periféricas y promover la alfabetización digital temprana. En México, donde más del 48 % de la población menor de 18 años presenta limitaciones de acceso a recursos tecnológicos o conectividad (INEGI, 2024), programas de esta naturaleza se vuelven esenciales para garantizar una inclusión efectiva en la economía del conocimiento (OECD, 2022).

Diseño pedagógico y enfoque metodológico

El diseño de Edu-Innova se sustenta en la pedagogía de la innovación social, que combina el aprendizaje basado en proyectos (ABP) con la educación STEAM (*science, technology, engineering, arts and mathematics*). Según Dede (2010) y Mishra et al. (2012), este enfoque fomenta el pensamiento crítico, la colaboración y la creatividad, habilidades también consideradas clave por el World Economic Forum (2023) para el desarrollo del talento del siglo XXI.

Los talleres de Edu-Innova —robótica, programación, realidad virtual y resolución de problemas locales— permiten que niñas y niños adquieran competencias digitales y socioemocionales. Cada módulo está diseñado para incorporar fases de experimentación, prototipado y socialización, generando un aprendizaje significativo (Resnick, 2017). Esta estructura metodológica responde a la lógica de aprender haciendo, donde el conocimiento científico se traduce en acciones prácticas que benefician a las comunidades (Tidd, 2023).

Un elemento distintivo del programa es la participación activa de las familias. Edu-Innova no se limita a la educación infantil, sino que involucra a madres, padres y educadores como agentes multiplicadores de conocimiento. Este enfoque multigeneracional coincide con Higgins et al. (2015), quienes subrayan que la apropiación tecnológica comunitaria se fortalece cuando las familias participan directamente en procesos de aprendizaje colaborativo. La inclusión de las familias en actividades de innovación genera una sinergia intergeneracional, donde la curiosidad infantil y la experiencia adulta convergen para resolver problemas locales, desde el uso eficiente del agua hasta la gestión de residuos.

Impacto social y territorial

De acuerdo con evaluaciones internas del I²C (2024), Edu-Innova ha tenido un impacto significativo en tres dimensiones: tecnológica, educativa y social:

- **Reducción de la brecha tecnológica:** más del 60 % de los participantes proviene de municipios con baja densidad digital. El acceso a herramientas tecnológicas básicas (computadoras, kits de robótica, dispositivos de realidad virtual) registró mejoras, que se registraron en indicadores de alfabetización digital (I²C, 2024), y cuya metodología de medición podría detallarse para fortalecer la inferencia de impacto.
- **Fomento del interés en carreras STEM:** el 32 % de las y los adolescentes que participaron en tres o más ediciones del programa manifestaron interés en cursar estudios de ingeniería, computación o biotecnología. Esta cifra coincide con las tendencias internacionales reportadas por la OECD (2022) sobre el impacto de los programas STEM tempranos.
- **Fortalecimiento del tejido social:** la participación familiar derivó en un incremento del 18 % en actividades comunitarias de innovación local (como ferias escolares y clubes tecnológicos), consolidando redes de colaboración entre escuelas y centros comunitarios (UNESCO, 2023).

Desde un punto de vista territorial, Edu-Innova ha logrado integrar una red de aprendizaje distribuido entre las zonas rurales y urbanas de Chihuahua, particularmente en municipios con alto rezago educativo como Balleza, Guachochi y Guadalupe y Calvo. Este despliegue responde a la visión de innovación inclusiva (Heeks et al., 2014), que promueve la participación activa de comunidades marginadas en la creación y aplicación de conocimiento tecnológico adaptado a su contexto.

Transferencia social de conocimiento y sostenibilidad

Edu-Innova trasciende el modelo de divulgación científica tradicional al convertirse en un mecanismo de transferencia social del conocimiento. Mientras los modelos clásicos de transferencia tecnológica priorizan la relación universidad-empresa, la TSC pone énfasis en la difusión horizontal del saber, involucrando actores no especializados y comunidades locales (Ramos-Vielba et al., 2022). Esta concepción se articula con los principios de la cuádruple hélice (Carayannis y Campbell, 2010), donde la ciudadanía se reconoce como coproductora del conocimiento. El programa ha desarrollado indicadores propios para evaluar su sostenibilidad, entre ellos:

- **Participación continua:** 73 % de las escuelas participantes han repetido su inscripción por al menos tres ciclos consecutivos.
- **Equidad de género:** 54 % de las personas beneficiadas son mujeres.
- **Innovaciones comunitarias:** más de 120 proyectos escolares con aplicación local (purificadores solares, reciclaje electrónico, agricultura hidropónica) se han derivado de los talleres.

Estos resultados concuerdan con los hallazgos de García-González et al. (2022) y Rodríguez-Pérez (2015), quienes destacan que los programas de innovación educativa sostenibles se caracterizan por la participación transversal, la pertinencia cultural y la evaluación basada en evidencias.

Discusión: Edu-Innova como modelo replicable

El éxito de Edu-Innova ha generado interés entre otros organismos estatales y universidades por su potencial como modelo replicable de política pública en innovación educativa. Su estructura modular, su énfasis en la equidad territorial y su sistema de evaluación continua lo posicionan como una buena práctica reconocida por la La Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, A.C (Instituto de Innovación y Competitividad, 2024). Este reconocimiento coincide con las tendencias observadas en programas similares en Colombia y Chile, donde la innova-

ción social se adopta como estrategia de desarrollo regional (Ortega y Marín, 2019).

Edu-Innova también evidencia la capacidad del I^2C para articular actores del ecosistema de innovación: universidades tecnológicas, centros de investigación, secretarías de educación, empresas locales y asociaciones civiles. De esta manera, el programa no solo transfiere conocimiento, sino que crea comunidad científica y tecnológica de base social, integrando procesos de aprendizaje formal e informal.

En síntesis, Edu-Innova constituye una expresión tangible de la función social del conocimiento. Su éxito demuestra que la innovación no ocurre únicamente en laboratorios o parques tecnológicos, sino también en espacios comunitarios donde el aprendizaje se convierte en motor de transformación social. Al promover la alfabetización científica y digital en poblaciones vulneradas, el programa contribuye a cerrar la brecha de conocimiento y a fortalecer el capital humano que sostendrá a las futuras generaciones de innovadores chihuahuenses.

Concurso estatal de robótica y biónica

El Concurso Estatal de Robótica y Biónica es otro mecanismo destacado de transferencia de conocimiento en Chihuahua. Articula educación, tecnología e innovación mediante competencias prácticas donde jóvenes estudiantes aplican conceptos teóricos a retos reales. Este tipo de eventos se ha consolidado globalmente como un espacio de innovación educativa, desarrollo de habilidades STEM y vinculación entre academia, industria y comunidades (Martins et al., 2024).

Diseño e implementación local

El concurso se estructura en varias fases: convocatoria, capacitación teórica, diseño y prototipado, competencias presenciales y premiación. Los participantes —estudiantes de secundaria y preparatoria— reciben mentoría técnica por parte de profesores, ingenieros y técnicos vinculados con el I^2C y universidades locales. Se establecen retos que simulan problemas del

entorno (por ejemplo, eficiencia energética, automatización de procesos agrícolas, robótica asistencial), de modo que los equipos demuestren no solo habilidades técnicas sino también pertinencia social en sus soluciones. Este diseño se asemeja al modelo educativo de competencias robóticas empleado en otras regiones, donde los concursos funcionan como *laboratorios móviles de innovación* (Martins et al., 2024; Ouyang et al., 2024).

Muchas competencias de robótica educativa adoptan enfoques basados en proyectos (*project-based learning*) o en resolución de problemas (*problem-based learning*) como estructuras pedagógicas dominantes. Un estudio global reporta que la mayoría de estos eventos integran teoría y práctica a la vez que desarrollan competencias blandas en los participantes (Martins et al., 2024).

Beneficios documentados y resultados esperados

La literatura reciente ofrece evidencia de que la participación en competencias de robótica impacta positivamente en múltiples dimensiones:

- **Desempeño académico y actitudes hacia STEM:** un metaanálisis concluye que el uso de robótica educativa tiene efectos moderados en la mejora del aprendizaje STEM, en comparación con métodos tradicionales.
- **Creatividad y pensamiento divergente:** estudios indican que la robótica estimula la generación de soluciones múltiples para un mismo problema, promoviendo la innovación y la creatividad técnica.
- **Motivación y persistencia:** participar en estas competencias genera un sentido de propósito y pertenencia al ecosistema tecnológico, lo que puede aumentar la retención de los jóvenes en carreras técnicas o de ingeniería (Ouyang y Xu, 2024).
- **Habilidades blandas y trabajo colaborativo:** las competencias en robótica obligan a los equipos a dividir tareas, resolver conflictos y coordinar esfuerzos, desarrollando habilidades críticas para la industria moderna (Martins et al., 2024).

En el contexto mexicano, estudios sobre robótica educativa reportan que la introducción temprana al diseño y la programación eleva la motivación estudiantil y mejora las actitudes hacia la ingeniería (Ragusa y Leung, 2023). Asimismo, en México se han desarrollado iniciativas de *robótica social* con impacto comunitario, lo cual evidencia que estos concursos pueden generar soluciones útiles más allá del entorno académico (Investigación en proyectos robóticos con impacto social en México).

Indicadores locales y seguimiento

Para que el Concurso Estatal de Robótica y Biónica cumpla su rol como mecanismo de transferencia de conocimiento, es esencial incorporar indicadores de desempeño y darle seguimiento a los participantes. Algunos posibles indicadores y metas se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. *Indicadores de desempeño para el Concurso Estatal de Robótica y Biónica*

<i>Indicador</i>	<i>Meta sugerida</i>	<i>Comentario</i>
Número de equipos inscritos	150 equipos por edición	Expandir la cobertura regional (incluir zonas rurales e intermedias)
Porcentaje de participación femenina	≥ 40 %	Favorecer la equidad de género en STEM
Proyectos con aplicación local	≥ 30 %	Que las propuestas resuelvan problemas reales de la región
Tasa de continuidad de proyectos	≥ 50 %	Que los equipos sigan desarrollando sus prototipos postconcurso
Inserción a estudios superiores (áreas STEM)	≥ 20 jóvenes por edición	Que al menos 20 participantes elijan carreras técnicas o ingenierías

Fuente: elaboración propia con base en I²C (2024).

El I²C podría sistematizar estos indicadores en una base de datos regional y darles seguimiento longitudinal (por ejemplo, verificando cuántos concursantes ingresan a universidades tecnológicas o se incorporan a empleos del sector).

Aunque la propuesta de indicadores permite monitorear la cobertura y continuidad, aún no se dispone de evidencia longitudinal pública que permita evaluar trayectorias educativas o la inserción profesional de los partici-

pantes. Sin este componente, el programa podría concentrarse en resultados de evento (*outputs*) sin demostrar resultados de trayectoria (*outcomes*).

Desafíos y limitaciones

A pesar de sus beneficios, el diseño y la operación de una competencia estatal de robótica enfrentan diversos retos:

- **Recursos tecnológicos y brecha regional:** en municipios con infraestructura limitada puede haber barreras de acceso a equipos, conectividad a internet o materiales especializados, lo que limita la participación de algunos estudiantes.
- **Formación de mentores y soporte técnico:** es crucial contar con facilitadores con competencias sólidas en robótica, electrónica y programación para guiar a los equipos durante el proceso.
- **Sostenibilidad financiera:** este tipo de concursos requiere inversión en kits robóticos, logística de eventos y premios. Sin apoyos recurrentes (públicos o privados) se pone en riesgo la continuidad anual del evento.
- **Escalabilidad y replicación:** expandir el concurso a más municipios exige descentralizar recursos y formar nodos locales de competición para alcanzar a comunidades alejadas. Evaluación del impacto: muchas competencias se quedan en la fase lúdica y no monitorean si los estudiantes efectivamente siguen carreras tecnológicas, ni si las soluciones desarrolladas llegan a implementarse en el entorno local.

Discusión y recomendaciones

El Concurso Estatal de Robótica y Biónica tiene el potencial de ser un motor de transformación tecnológica en Chihuahua. Para maximizar su impacto, se recomienda:

- **Integración con otros programas del I²C:** enlazar el concurso con iniciativas como Edu-Innova y la feria científica, de modo que los participantes puedan continuar desarrollando sus proyectos en etapas posteriores.

- **Alianzas con empresas tecnológicas:** establecer convenios con compañías locales para obtener financiamiento de kits, equipamiento y mentorías continuas que refuercen las capacidades de los equipos.
- **Descentralización regional:** organizar versiones regionales del concurso que cubran diversas zonas del estado, fortaleciendo redes locales de talento y permitiendo una participación más inclusiva.
- **Incubación postconcurso:** incorporar una fase de incubación para los prototipos con mayor potencial, brindando apoyo para registro de propiedad intelectual, mejora de prototipos y mentoría en modelos de negocio.
- **Difusión de resultados:** publicar las memorias del concurso (proyectos destacados, aprendizajes, estadísticas de participación) para dar visibilidad a las innovaciones juveniles y generar respaldo público y académico al programa.

Con una gestión estratégica, este concurso puede dejar de ser un evento aislado para convertirse en una plataforma permanente de innovación juvenil. De esta forma se fomentarán vocaciones STEM, se fortalecerá el ecosistema local de CTI y se generarán soluciones tecnológicas aplicadas a los retos específicos de Chihuahua.

Feria Estatal de Ciencia e Ingenierías (FECI)

La Feci de Chihuahua es otro mecanismo representativo de transferencia horizontal de conocimiento, impulsado por el I²C. Su objetivo principal es fomentar la creatividad científica y tecnológica entre estudiantes de nivel básico, medio superior y superior, así como fortalecer la conexión entre academia, industria y sociedad. Desde su primera edición, la feria ha evolucionado de ser un certamen académico a conformar un verdadero ecosistema de innovación juvenil, donde convergen estudiantes, investigadores, docentes, empresas y organismos gubernamentales para intercambiar saberes y presentar soluciones a problemas locales. En la edición más reciente 2024 participaron más de 850 proyectos provenientes de 72 instituciones educativas de las seis regiones del estado (I²C, 2024).

Un espacio de socialización del conocimiento

Las ferias científicas escolares y estatales cumplen una función crucial en la alfabetización científica de la sociedad (Bennett et al., 2018). A diferencia de los congresos especializados, las ferias se caracterizan por su orientación a la participación activa y por facilitar la apropiación del conocimiento científico a través de la experimentación y la divulgación pública (Falk y Dierking, 2019). En Chihuahua, la FECI representa una estrategia de divulgación científica con enfoque territorial, alineada con las políticas de descentralización del conocimiento promovidas por la UNESCO (2021) y la OECD (2022).

El diseño metodológico de la FECI integra el aprendizaje basado en proyectos (PBL), la evaluación por competencias y la vinculación con instituciones de educación superior. Los estudiantes presentan sus investigaciones ante jurados conformados por expertos de universidades, centros de investigación y empresas del sector productivo. Este modelo se inspira en prácticas de la Intel International Science and Engineering Fair (ISEF), adaptadas al contexto regional mexicano (Society for Science, 2023). Entre los objetivos del evento se destacan:

- **Fomentar vocaciones científicas:** despertar el interés por carreras STEM y la investigación aplicada desde edades tempranas.
- **Crear redes de colaboración:** conectar a los jóvenes con académicos, mentores y representantes del sector industrial para formar redes de apoyo.
- **Difundir avances científicos:** socializar los resultados de proyectos escolares con potencial de impacto local para que sean conocidos por la comunidad.
- **Promover la equidad en la ciencia:** garantizar la participación equitativa de género y la inclusión de regiones rurales en las actividades científicas.

Impacto en los estudiantes y la comunidad educativa

El impacto de la FECI trasciende la premiación de proyectos individuales; su valor reside en el aprendizaje transformador que genera entre los participantes. Según datos del I²C (2024), el 74 % de los estudiantes que participan en al menos dos ediciones de la feria manifiestan una mayor motivación para continuar estudios científicos o tecnológicos. Además, el 58 % de los proyectos ganadores son retomados por sus instituciones de origen como prototipos o iniciativas de emprendimiento social. Este fenómeno puede explicarse mediante el modelo de autoeficacia científica de Bandura (2012), el cual sugiere que la experiencia práctica y el reconocimiento fortalecen la percepción de competencia y el interés por la investigación. En consecuencia, la FECI se convierte en un instrumento para el desarrollo del capital científico regional.

A nivel docente, la feria ha beneficiado a más de 400 profesores y tutores, quienes han recibido formación en metodología científica, ética de la investigación y evaluación de proyectos. “Los programas de movilidad y formación interinstitucional permiten elevar las competencias de los jóvenes investigadores y fortalecen la capacidad de las instituciones locales para generar investigación competitiva” (García-González y Fernández-Cano, 2024, p. 62). En cuanto a la participación de género, la feria ha logrado una tasa promedio de 49 % de participación femenina, superando el promedio nacional de mujeres en ciencia (38 %) (CONAHCYT, 2023). Esta cifra refleja el compromiso del I²C con los principios de inclusión y equidad establecidos en la Agenda 2030 y la Declaración de Montevideo sobre Mujeres en Ciencia y Tecnología (UNESCO, 2021).

La feria como mecanismo de transferencia del conocimiento

La FECI opera como un espacio efectivo de transferencia de conocimiento al facilitar la interacción entre diversos actores del ecosistema de innovación. Este proceso ocurre no solo entre instituciones educativas y centros de investigación, sino también con empresas y actores sociales que encuentran

oportunidades para convertir ideas en proyectos aplicados. Por ejemplo, se han documentado colaboraciones entre estudiantes de bachillerato y empresas de manufactura avanzada para diseñar sensores de bajo costo que mejoran el control de calidad en fábricas, o el desarrollo de biofertilizantes por equipos universitarios que posteriormente escalaron sus proyectos con apoyo del FECTI.

Estos casos evidencian la articulación entre la formación científica y la innovación tecnológica, coherente con los modelos de innovación abierta y socialmente responsable descritos por Chesbrough (2019) y Carayannis y Campbell (2010). La feria también contribuye al fortalecimiento del capital relacional entre los actores del sistema regional de innovación. Como señalan Hughes y Kitson (2012), las plataformas colaborativas que surgen en estos espacios actúan como catalizadores del flujo de conocimiento tácito, impulsando el aprendizaje colectivo y la formación de redes duraderas.

Impacto territorial y proyección nacional

En términos territoriales, la FECTI ha alcanzado una cobertura sin precedentes: en los últimos cinco años llegó a 67 municipios, beneficiando a más de 30 000 personas entre participantes y asistentes (I²C, 2024). Esta descentralización se alinea con el enfoque de *innovación territorial inteligente* promovido por la OCDE (2022), donde la ciencia y la tecnología se emplean como herramientas para el desarrollo local sostenible.

Asimismo, la feria ha incrementado su visibilidad nacional como referente regional en divulgación científica juvenil, particularmente por su escala de participación y cobertura territorial (CONAHCYT, 2023; I²C, 2024). Es recomendable respaldar la afirmación con métricas comparables frente a ferias homólogas, para sostener comparaciones jerárquicas a nivel nacional. Gracias a alianzas estratégicas con la Society for Science (EUA), los proyectos ganadores de Chihuahua han podido representar al estado en eventos internacionales, potenciando la visibilidad e internacionalización del talento juvenil local.

La sostenibilidad de la FECTI se ha logrado mediante la institucionalización de su financiamiento a través del FECTI, garantizando recursos anuales para su organización y expansión. Esta continuidad institucional es clave para

mantener un impacto sostenido y permitir la planeación estratégica a largo plazo, características esenciales en los programas exitosos de ciencia ciudadana (Bonney et al., 2016).

La Feria Estatal de Ciencia e Ingenierías es un pilar de la política de innovación de Chihuahua. Su enfoque inclusivo, su articulación con el sector productivo y su énfasis en el desarrollo de capacidades científicas locales la convierten en un modelo replicable de transferencia de conocimiento, con alto potencial de impacto educativo y social. El reto a futuro es ampliar su alcance hacia una evaluación de impacto longitudinal que mida el seguimiento de los egresados, la madurez tecnológica de los proyectos presentados y la integración de estos jóvenes al ecosistema regional de innovación.

Arquitectura integral de transferencia del conocimiento

El I²C ha diseñado un portafolio de programas que, en conjunto, constituyen una arquitectura integral de transferencia del conocimiento. Estos mecanismos que abarcan desde la sensibilización temprana hasta la valorización de resultados científicos operan como vasos comunicantes que permiten al estado de Chihuahua avanzar hacia un ecosistema de innovación inclusivo y sostenible (Díaz et al. 2023; German-Soto, 2021). A continuación, se describen los principales componentes de esta arquitectura:

Sensibilización y cultura de innovación

La alfabetización científica y tecnológica constituye el primer eslabón en la cadena de transferencia del conocimiento. El I²C entiende que la generación de capacidades no puede limitarse al ámbito académico, sino que debe permear la cultura general de la población. En este contexto, *Innovation Week* y la *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación* se han consolidado como plataformas complementarias que promueven la apropiación social del conocimiento, la democratización del saber científico y la construcción de una ciudadanía innovadora.

Innovation Week funciona como un espacio de interacción horizontal entre ciencia, empresa y sociedad. A través de conferencias magistrales, talleres prácticos y exposiciones tecnológicas, el evento cumple con las recomendaciones de la UNESCO (2021) respecto a crear entornos de aprendizaje abiertos y colaborativos donde los individuos desarrollen competencias para adaptarse a los desafíos de la sociedad del conocimiento. Su naturaleza gratuita e inclusiva permite acercar las tendencias globales de ciencia e innovación a sectores que históricamente han estado alejados de estos debates, fortaleciendo la cohesión social en torno a la tecnología y la creatividad. Por su parte, la *Revista RAKE* es un mecanismo editorial científica orientado a la divulgación pública del conocimiento generado en el estado.

De acuerdo con Fecher y Friesike (2014), la ciencia abierta y los medios de divulgación institucional son componentes esenciales de la innovación contemporánea, pues convierten la investigación científica en un bien común accesible. En Chihuahua, esta publicación no solo visibiliza la producción académica local, sino que traduce el lenguaje técnico en narrativas asequibles, contribuyendo a la alfabetización científica que la OECD (2022) define como la capacidad ciudadana para comprender, usar y evaluar el conocimiento científico en la vida cotidiana.

Ambas iniciativas del i^2C cumplen funciones sinérgicas: *Innovation Week* estimula la curiosidad y el diálogo social sobre la innovación, mientras que la revista consolida la memoria y difusión del conocimiento local. Este binomio refleja la transición de un modelo centrado en la ciencia institucional hacia uno orientado a la ciencia participativa, donde la comunidad forma parte activa del proceso de innovación. La apertura de espacios públicos para la ciencia, como los que plantea el i^2C , es un paso fundamental hacia una gobernanza del conocimiento más inclusiva y sostenible (Carayannis y Campbell, 2010).

Formación temprana y desarrollo de talento

El desarrollo de capital humano especializado es la piedra angular de cualquier ecosistema de innovación. En esta fase temprana, el i^2C ha implemen-

tado programas como CyTLabs y Jóvenes Talento, que funcionan como incubadoras de vocaciones científicas y tecnológicas desde la educación básica y media superior.

CyTLabs integra a estudiantes de secundarias técnicas en un entorno de experimentación práctica centrado en la robótica y la programación. Este modelo coincide con la pedagogía del aprendizaje basado en proyectos (ABP) descrita por Resnick (2019) y Mishra *et al.* (2012), quienes argumentan que el pensamiento computacional, la resolución de problemas y la creatividad son competencias esenciales del siglo XXI. Al brindar acceso a herramientas de biónica y robótica en escuelas públicas, el programa contribuye a reducir la brecha tecnológica regional y promueve la equidad territorial en el acceso al conocimiento.

Complementariamente, Jóvenes Talento articula una fase posterior del desarrollo de talento, impulsando la participación de estudiantes destacados en eventos académicos, concursos científicos y olimpiadas internacionales. Esta política coincide con el concepto de *pipeline of talent* expuesto por García-González y Fernández-Cano (2024: “La sostenibilidad de los sistemas científicos latinoamericanos depende de la consolidación de trayectorias formativas continuas y del fortalecimiento de las vocaciones científicas desde etapas tempranas (p. 47)”, potenciando la competitividad académica de las instituciones locales.

Ambos programas actúan como catalizadores del talento científico regional: CyTLabs siembra la semilla de la curiosidad tecnológica en etapas tempranas, mientras que Jóvenes Talento consolida la excelencia a través de experiencias de alto rendimiento. Esta estrategia integral refleja un modelo de innovación educativa coherente con la visión de la OECD (2022) sobre la necesidad de fortalecer la base de capacidades STEM y fomentar la participación juvenil en la economía del conocimiento.

Movilidad, inserción y redes globales

La internacionalización del talento y la circulación del conocimiento son procesos inherentes a la sociedad global del aprendizaje. En este marco, el programa EPEX (Enlace para Prácticas Profesionales en el Extranjero) re-

presenta un mecanismo avanzado de *transferencia inversa* del conocimiento: estudiantes chihuahuenses se integran en entornos productivos internacionales, adquieren competencias especializadas y luego reintroducen ese aprendizaje en sus comunidades de origen.

Desde la teoría, Goktepe-Hulten y Mahagaonkar (2010) describen la movilidad académica como una forma de innovación abierta que permite la recombinación de saberes y la creación de redes globales de conocimiento. EPEX opera bajo la lógica de los *knowledge spillovers* flujos de conocimiento que se generan cuando las personas trasladan aprendizajes tácitos entre contextos industriales o geográficos. Al vincular universidades de Chihuahua con empresas y centros de investigación extranjeros, el programa enriquece las competencias individuales a la vez que amplía las capacidades colectivas del sistema regional de innovación.

Estudios sobre capital humano en América Latina (González-Brambila y Veloso, 2021) demuestran que las regiones que promueven la movilidad y el retorno de talento incrementan su productividad científica y tecnológica en un 25 % en promedio, respecto de aquellas que no lo hacen. En consecuencia, la efectividad de EPEX depende de su capacidad para fomentar el retorno e inserción laboral local de los becarios, transformando la experiencia internacional en proyectos de innovación aplicada. Este proceso, conocido como *re-embedding*, asegura que la inversión pública en movilidad genere un retorno tangible para el desarrollo regional.

El programa EPEX se consolida así como un puente entre el conocimiento global y el desarrollo local, fortaleciendo la competitividad de Chihuahua en sectores estratégicos como la manufactura avanzada, la automatización y la energía sustentable. Desde la perspectiva de la política científica, EPEX ejemplifica cómo la movilidad estudiantil puede convertirse en un componente esencial de la transferencia tecnológica a nivel regional.

Valorización y protección del conocimiento

La fase final del ciclo de transferencia se enfoca en la valorización, protección y difusión de los resultados de investigación. En este ámbito, el I²C impulsa los Talleres de Propiedad Intelectual y el programa PUBLICH, que

fortalecen la capacidad de las instituciones y de los innovadores para convertir el conocimiento en activos intangibles con valor económico y social.

Los Talleres de Propiedad Intelectual son estrategias de capacitación técnica que instruyen a investigadores, docentes y emprendedores sobre los procedimientos de registro ante el IMPI. Según datos oficiales, las solicitudes de patentes de residentes mexicanos aumentaron en más del 20 % entre 2023 y 2024 (IMPI, 2024), reflejando una mejora en la cultura de protección del conocimiento a nivel nacional. Este avance se alinea con las recomendaciones de la OECD (2023), que consideran la propiedad intelectual un indicador clave del desempeño innovador y un mecanismo para atraer inversión en economías emergentes.

El fortalecimiento de la cultura de PI en Chihuahua permite que las invenciones desarrolladas en el estado particularmente en sectores industriales y académicos sean protegidas y eventualmente transferidas bajo esquemas formales de licenciamiento. Además, los talleres del I²C promueven la gestión integral de la innovación, capacitando en aspectos legales, técnicos y comerciales de los proyectos. Este tipo de formación contribuye a reducir los tiempos de trámite de solicitudes y a incrementar la proporción de inventores locales frente a externos, mejorando la posición del estado en indicadores de innovación tecnológica.

En paralelo, el programa PUBLICH incentiva la publicación científica y tecnológica en revistas arbitradas e indexadas. Su propósito es financiar los costos para publicar artículos de investigación con pertinencia regional, fomentando la visibilidad del conocimiento generado en Chihuahua. La literatura sobre comunicación científica (Fecher y Friesike, 2014) sostiene que la publicación abierta y el acceso libre amplifican el impacto social de la ciencia y facilitan la transferencia del conocimiento hacia sectores productivos. En este sentido, PUBLICH cierra el ciclo iniciado con *Innovation Week* y la *Revista CTI*, asegurando que los resultados de investigación lleguen tanto a la comunidad académica como al público general.

A pesar de los avances documentados, el modelo enfrenta tensiones estructurales. Primero, la sostenibilidad financiera depende de ciclos presupuestales y continuidad política. Segundo, persisten brechas territoriales en infraestructura tecnológica y profundidad de intervención. Tercero, hay tensión entre objetivos de impacto social y lógica de valorización economi-

ca del conocimiento. Finalmente, la medición del desempeño se concentra mayormente en indicadores de actividad, más que en indicadores de transformación estructural. Tal como señala la OECD (2022), la capacidad de un territorio para gestionar, proteger y difundir su conocimiento determina su competitividad en la economía global del aprendizaje.

Conclusiones

El caso del Instituto de Innovación y Competitividad (I²C) también ilustra cómo una política pública regional puede operar como un vehículo para la transferencia de conocimiento a través de la articulación de programas que conectan la educación temprana, la divulgación científica, el desarrollo de talento, la movilidad e internacionalización, y la valorización del conocimiento mediante la propiedad intelectual y la divulgación científica. Edu-Innova, el Concurso Estatal de Robótica y Biónica, y la Feria Estatal de Ciencia e Ingeniería sirven como herramientas para permitir el acceso universal al conocimiento que puede tener implicaciones para aumentar las capacidades STEM en la región, la apropiación social del conocimiento y las redes de actividad colaborativa; iniciativas como EPEX, talleres de propiedad intelectual y PUBLICH completan el ciclo hacia resultados formalizables y transferibles. Pero el modelo tiene tensiones comunes como las de los ecosistemas regionales: (i) la sostenibilidad financiera de los programas recurrentes, (ii) la brecha territorial rural-urbana que condiciona el acceso a la infraestructura y mentoría, y (iii) la retención y reintegración local del talento capacitado, especialmente después de sus experiencias de movilidad. Tales tensiones también implican que la transferencia necesita ser evaluada, más allá de las actividades (eventos, cobertura, número de proyectos), en términos de resultados reales a lo largo del tiempo: si las trayectorias se mantienen o no, los prototipos que desarrollan, su penetración en los sectores productivos y el impacto en las comunidades. También se necesita mencionar la mejora en la fase de evaluación longitudinal (para analizar a los graduados, el desarrollo del proyecto, la adopción desde ese territorio) y la mejora de los mecanismos de coordinación interinstitucional para reducir la duplicación de programas y mejorar la eficiencia del portafolio. Así,

el I²C representa un caso significativo y replicable de gobernanza del conocimiento, siempre que se consoliden métricas de impacto y arreglos de sostenibilidad para hacer posible su permanencia más allá de los ciclos administrativos.

Referencias

- Autio, E., Nambisan, S., Thomas, L. D. W. y Wright, M. (2018). Digital affordances, spatial affordances, and the genesis of entrepreneurial ecosystems. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 12(1), 72-95. <https://doi.org/10.1002/sej.1266>
- Bandura, A. (2012). On the functional properties of perceived self-efficacy revisited. *Journal of Management*, 38(1), 9-44. <https://doi.org/10.1177/0149206311410606>
- Bennett, J., Dunlop, L., Knox, K. J., Reiss, M. J. y Torrance Jenkins, R. (2018). Practical independent research projects in science: A synthesis and evaluation of the evidence of impact on high school students. *International Journal of Science Education*, 40(14), 1755-1773. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1511936>
- Bonney, R., Cooper, C. B., Ballard, H. L. y Phillips, T. B. (2016). The theory and practice of citizen science: Launching a new journal. *Citizen Science: Theory and Practice*, 1(1), 1-4. <https://doi.org/10.5334/cstp.65>
- Carayannis, E. G. y Campbell, D. F. (2010). Triple helix, quadruple helix and quintuple helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41-69. <http://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/jsesd.2010010105>
- Chesbrough, H. (2019). *Open Innovation Results: Going Beyond the Hype and Getting Down to Business*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198841906.001.0001>
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. En J. Bellanca & R. Brandt (Eds.), *21st Century Skills: Rethinking How Students Learn* (pp. 51-76). Solution Tree Press. <https://www.solutiontree.com/21st-century-skills.html>
- Díaz Rodríguez, H. y Morales Sánchez, M. (2023). Transferencia tecnológica e innovación sectorial en México. *Análisis económico*, 38(98), 69-92. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2023v38n98/diaz>
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Falk, J. H. y Dierking, L. D. (2019). Reimagining public science education: The role of lifelong free-choice learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(10). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0013-x>
- Fecher, B. y Friesike, S. (2014). Open science: One term, five schools of thought. En S.

- Bartling & S. Friesike (Eds.), *Opening Science* (pp. 17-47). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_2
- García-González, J. A. y Fernández-Cano, A. (2022). Knowledge management in higher education: Strategies for evidence-based innovation. *Frontiers in Education, 7*, 970715. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.970715>
- German-Soto, V., Soto Rubio, M. y Gutiérrez Flores, L. (2021). Innovación y crecimiento económico regional: evidencia para México. *Problemas del desarrollo, 52*(205), 145-172. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.205.69710>
- Goktepe-Hulten, D. y Mahagaonkar, P. (2010). Inventing and patenting activities of scientists: In the expectation of money or reputation? *Journal of Technology Transfer, 35*(4), 401-423. <https://doi.org/10.1007/s10961-009-9126-2>
- Gonzalez-Brambila, C. y Veloso, F. (2018). The Determinants of Research Productivity: A Study of Mexican Researchers. Carnegie Mellon University. Journal contribution. <https://doi.org/10.1184/R1/6073532.v1>
- Heeks, R., Foster, C. y Nugroho, Y. (2014). New models of inclusive innovation for development. *Innovation and Development, 4*(2), 175-185. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2014.928982>
- Higgins, S. y Katsipatakis, M. (2015). Evidence from meta-analysis about parental involvement in education which supports their children's learning. *Journal of Children's Services, 10*(3), 1-11. <https://doi.org/10.1108/JCS-02-2015-0009>
- Hughes, A. y Kitson, M. (2012). Pathways to impact and the strategic role of universities. *Cambridge Journal of Economics, 36*(3), 723-750. <https://doi.org/10.1093/cje/bes017>
- Instituto de Innovación y Competitividad [I²C]. (2024). *Informe anual de resultados 2024*. Gobierno del Estado de Chihuahua. <https://i2c.com.mx/documentos/2025/Transparencia/Informes/Informe%20Anual%20de%20Actividades%20IIC%202024.pdf>
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial [IMPI]. (2024). *Informe anual de propiedad industrial en México 2024*. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. <https://www.gob.mx/imp/imp/documentos/institutomexicano-de-la-propiedad-industrial-en-cifras-imp/imp-en-cifras>
- Instituto Mexicano para la Competitividad [IMCO]. (2024). *Índice de Competitividad Estatal 2024*. Instituto Mexicano para la Competitividad. <https://imco.org.mx/indices/estatal>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2024). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2024*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/pib_pconst/pib_pconst_2024_08.pdf
- Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación*. (08 de mayo de 2023). Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5688048&fecha=08/05/2023#gsc.tab=0
- Martins, F. N., Ribeiro, A. y Moreira, A. (2024). Editorial: Educational robotics and competitions. *Frontiers in Robotics and AI, 11*, 1394849. <https://doi.org/10.3389/frobt.2024.1394849>

- Mishra, P., Henriksen, D. y Mehta, R. (2012). Rethinking technology and creativity in the 21st century: Educational implications. *TechTrends*, 66(3), 309-320. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11528-012-0594-0>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2021). *UNESCO Science Report 2023: The race against time for smarter development*. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377433>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OECD]. (2022). *Open Educational Resources: A Catalyst for Innovation*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2015/12/open-educational-resources_g1g5f73c/9789264247543-en.pdf
- Ortega Hoyos, A. J. y Marín Verhelst, K. (2019). La innovación social como herramienta para la transformación social de comunidades rurales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (57), 87-99. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n57a7>
- Ouyang, F. y Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(7). <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Ragusa, G. y Leung, L. (2023). The Impact of Early Robotics Education on Students' Understanding of Coding, Robotics Design, and Interest in Computing Careers. *Sensors*, 23(23), 9335. <https://doi.org/10.3390/sensors23239335>
- Ramos-Vielba, I., Robinson-García, N. y Woolley, R. (2022) A value creation model from science-society interconnections: Archetypal analysis combining publications, survey and altmetric data. *PLoS ONE*, 17(6): e0269004. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269004>
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press. <https://books.google.com/books?id=TrT4DwAAQBAJ>
- Rodríguez Pérez, L. C., Montiel Bautista, S. y Ramírez Montoya, M. S. (2015). Innovación educativa basada en evidencias con portafolios digitales para enseñanza de la Historia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 69(2), 69-88. <https://rieoei.org/historico/documentos/rie69a03.pdf>
- Society for Science. (2023). *Regeneron International Science and Engineering Fair 2023: Program book*. Society for Science. <https://www.societyforscience.org/isef/>
- Tidd, J. (2023). Managing Innovation. En G. Giannattasio, E. Kongar, M. Dabić, C. Desmond, M. Condry, S. Koushik & R. Saracco (Eds.), *IEEE Technology and Engineering Management Society Body of Knowledge* (Cap. 6, pp. 97-108). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119987635.ch6>
- World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023>