

# PROTOTIPANDO ESCENARIOS TECNOLÓGICOS DISRUPTIVOS: UN ENFOQUE EN INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

<sup>1</sup>Alexis Acuña Ramírez, <sup>2</sup>María Celeste Godoy Castro.

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería: UABC, Mexicali, México.

<sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas: UG, Guadalajara, México.  
e-mail: [alexis.acuna@uabc.edu.mx](mailto:alexis.acuna@uabc.edu.mx), [cgodoy10@uabc.edu.mx](mailto:cgodoy10@uabc.edu.mx).

**Resumen-** La educación en Ingeniería en Energías Renovables surge con el propósito de formar profesionistas en el aprovechamiento eficiente de la energía y el uso de recursos renovables para avanzar hacia la transición energética. Estudios recientes señalan la necesidad de fortalecer la innovación tecnológica en los estudiantes de ingeniería a nivel nacional. Este trabajo se realizó con el propósito de fundamentar la actualización curricular del programa educativo de la institución. La metodología se abordó de tipo documental y el diseño es de tipo no experimental, con rasgos empíricos y eclécticos propios de la institución. El procedimiento que se empleó consistió en una investigación en fuentes primarias y secundarias de organismos nacionales e internacionales, y bases de datos para determinar las necesidades y problemáticas sociales estatales, regionales, nacionales y globales, en el horizonte futuro que atenderán los egresados. Como resultado se encontró que, a nivel internacional, algunas prácticas novedosas han acudido a la ciencia ficción (sci-fi) para prototipar escenarios tecnológicos disruptivos en el imaginario de las personas, incluyendo estudiantes. Aunado, hay evidencias que la sci-fi detona la capacidad para visualizar escenarios futuros sustentables en los estudiantes y sociedad. Hallazgos revelan la eficacia de la sci-fi como contenido curricular, estrategia de enseñanza y herramienta de aprendizaje para fortalecer en el estudiantado el interés, la creatividad, la reflexividad, el pensamiento crítico y la relación de conceptos y teorías concernientes a la ciencia, tecnología y sociedad. El trabajo concluye con un constructo innovador (modelo) de formación centrado en el estudiante para transitar hacia la sustentabilidad energética.

**Palabras claves:** Educación en Ingeniería, Ciencia Ficción, Tecnología, Ciencia e Innovación.

## I. INTRODUCCIÓN

Según Martinot et al. [1], más de 65 países han definido los objetivos obligatorios de energía renovable para un futuro próximo y están actuando para alcanzarlos. En 2007, se invirtieron más de 100,000 millones de dólares en generación de energía a través de activos, fabricación e investigación y desarrollo. Como resultado, el uso de muchas tecnologías de energía renovable ha estado creciendo entre un 20-60% en los últimos años. México ha establecido una agenda de transición, sin embargo, la problemática energética asociada a la fabricación e investigación y desarrollo es distinta para cada país. Además, según la Agencia Internacional de la Energía

[2], las tasas de crecimiento anual de la población proyectadas a nivel mundial son de 1.80% y para Latinoamérica 1.48% hasta 2035, lo que aumentará la demanda de crecimiento del empleo y la energía.

## II. MARCO TEÓRICO Y TRABAJO PREVIO.

Como medida para acelerar la transición energética, México ha reformado la ley hacia un modelo de crecimiento bajo en carbono. La visión de México incluye el compromiso de aumentar la proporción de fuentes de energía limpia y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 22% y el carbono negro en un 51% para 2030 (Secretaría de Energía, 2014). La implementación de las energías en México es un camino en donde intervienen diversos actores, ideas y medios. El principal medio por el cual la sociedad desarrollará las energías renovables es la educación, surgiendo así la Ingeniería en Energías Renovables (IER). El uso, desarrollo y empleo de tecnologías que aprovechan las fuentes de energías renovables reducen en gran medida la cantidad necesaria de capital natural y promueven una economía verde, impactando en la accesibilidad a tecnologías por parte de la sociedad. La accesibilidad a las tecnologías limpias, incluso no solo estás, tecnologías asociadas con la educación, la seguridad, la salud, la comunicación, entre otras, están inmersas en las estrategias para alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible [3]. La innovación tecnológica debe considerar las necesidades actuales de los posibles usuarios y las demandas del mercado. Por ende, actualmente resulta de gran interés abordar la innovación como producto de la interacción entre la sociedad, las ciencias y las tecnologías sin poner en riesgo a las generaciones futuras. La enseñanza de las IER desempeñará un papel importante en el desarrollo nacional y regional; su inclusión llevará a mejorar el capital humano que ha sido entrenado en el campo. La aplicación de la transición energética contribuirá a impulsar la creación de casi 2.5 millones de puestos de trabajo para 2025 [4]. Todo esto indica que se crearán puestos de trabajo verdes basados en el desarrollo de innovaciones tecnológicas relacionadas con los sistemas y procesos que aprovechen las fuentes de energías renovables y concluyen satisfaciendo alguna necesidad energética o aplicación directa para abastecer un servicio. Particularmente para México, se estima que su población crecerá a más de 150 millones para el 2040 y para este año la población en edad de trabajar entre los 15-64 años continuará

creciendo [5]. Es de esperar que incremente la necesidad de empleos y demandas de profesionales en el área.

### III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Entre las opciones para reducir la dependencia del petróleo como principal combustible de energía, se consideró el mejor uso de la energía solar y sus diversas manifestaciones secundarias como el viento, la hidroeléctrica y diversas formas de la biomasa. Sin embargo, la energía solar actualmente solo proporciona el 1% del total de la energía a nivel mundial, aunque su potencial es mayor. La Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos [6], ha promovido a nivel internacional los 14 principales temas que deberán abordar las ciencias de la ingeniería durante el siglo XXI. Entre ellos, uno establece la necesidad de reducir el costo del aprovechamiento de la energía solar, siendo el desarrollo de nuevas tecnologías o procesos una acción importante. Esto puede ilustrarse como nuevos materiales de celdas solares, formas novedosas de aprovechamiento de la energía solar, y todo aquello que se entienda como proceso, sistema o tecnología que opere con energía solar. Lo anterior permite interpretar que tanto la agenda de México y la agenda internacional demandan que la educación en IER impulse la innovación, la adaptabilidad o el desarrollo de tecnologías para transitar como sociedad hacia la dependencia de las energías limpias y la disminución del cambio climático, sin perder de vista las sociedades del mañana como beneficiarios de los esfuerzos de las distintas ciencias de las ingenierías.

La educación en IER en México inició este siglo. Según datos de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior [7] de 2012 a 2018, los estudiantes inscritos en un programa IER han aumentado de 2,168 a 6,564, lo que representa un incremento de 300% en 6 años (Fig. 1). Dentro de ese mismo universo de estudiantes, el porcentaje de sexo masculino se ha mantenido entre el 67-73% y el femenino en 27-33%. Esto representa aproximadamente que 4 de cada 10 estudiantes de IER en México son del sexo femenino.

La investigación de Bell et al. [8] evidencia que, para diversos tecnólogos, es decir profesionistas en el ejercicio de la ingeniería, la sci-fi ha sido inspiración en su vida. La sci-fi estimula a los jóvenes para que encuentren inspiración de tecnologías inexistentes que esbozan en su mente y años después intentan construir. Actualmente la sci-fi expone narrativas que incluyen la presencia de tecnologías, algunas disruptivas, como son: *realidad virtual, inteligencia artificial, nanotecnologías, nuevos materiales, cyborgs, robots, cyberpunk, naves espaciales, teletransportación, distopía y/o ciudades futuristas*. En ese sentido, los inventores de las tecnologías futuras que sean activadas por energías renovables y los encargados de diseñar los ambientes de uso, serán quienes muestren la capacidad de entender el proceso creativo detrás del diseño de las tecnologías del mañana, iniciando con el pensamiento que detona el origen a las ideas, y evolucionan hasta concluir en una innovación tecnológica. La gestión del conocimiento incluye la conceptualización de ideas y su

explotación económica como lo son los derechos de propiedad intelectual y propiedad industrial.



Figura 1. Cantidad de estudiantes inscritos en programas de IER en México entre el 2012-2018.

Los cambios en cuanto a la cantidad de estudiantes inscritos en los programas de estudio de IER en México responden no sólo al interés de los aspirantes dado los tiempos actuales. Igualmente ha habido un incremento en cuanto a la cobertura de la oferta educativa a nivel nacional. En el 2012, había 29 instituciones que ofrecían un programa enfocado en la IER. Para el 2018, este número había aumentado a 73 (Fig. 2). Se observa cómo entre el 2012-2016 cada año surgen aproximadamente 10 nuevos programas, drásticamente a partir del 2017-2018 sólo se inauguró un nuevo programa de las IER. En cuanto a las entidades donde se oferta, actualmente en todo el país a nivel licenciatura o técnico superior se oferta al menos un programa educativo relacionado con la IER.

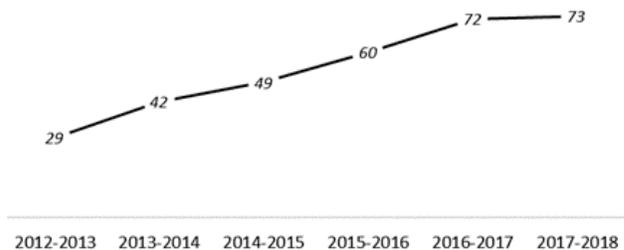


Figura 2. Cantidad de programas educativos de IER en México entre el 2012 al 2018.

Es de esperarse que en el mercado la figura del egresado de las distintas IER se vaya posicionando de forma paulatina. Según el mismo estudio, entre el 2012 a 2018 la cantidad de estudiantes que había egresado fue de 2,524, de los cuales 1,760 eran hombres y 764 eran mujeres. En promedio, tres de cada 10 graduados de una IER son mujeres. Este número se encuentra por encima de la media nacional del mismo año, pues en lo que respecta a las disciplinas de las ciencias de la ingeniería de manera conjunta, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía [9] en México 2 de cada 10 ingenieros son mujeres. A nivel nacional, son pocos los análisis de la profesión de los egresados de una IER, dentro de estos recientemente se elaboró un análisis enfocado en el estado de

Baja California y sus alrededores [10], este estudio incluyó la opinión de actores de los diversos sectores (privados, gubernamentales y académicos). El estudio tenía por objetivo identificar los principales conocimientos o habilidades que deben contar los egresados de una IER. Una de las conclusiones de la investigación fue que las habilidades asociadas con la profesión deben apuntalar en formar profesionistas con la habilidad de investigar y desarrollar tecnologías. Las habilidades blandas y el dominio de un segundo idioma (preferentemente inglés) son los atributos más atractivos para las empresas privadas cuando están considerando contratar a un recién graduado, seguido por sus valores. Por último, la experiencia y los conocimientos técnicos son las menos priorizadas. En cuanto al campo laboral, los graduados pueden desarrollarse en el diseño de sistemas, el desarrollo tecnológico y las aplicaciones de la ingeniería. En el mismo documento, en un estudio comparativo entre programas educativos a nivel nacional e internacional que ofertan alguna IER, se encontró que la innovación tecnológica forma parte de los contenidos temáticos que se abordan dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje a lo largo de las diversas etapas de la formación.

En el trabajo de la oferta educativa y la enseñanza de las energías renovables y la sustentabilidad a nivel mundial, elaborado por Kandpal & Broman [11] menciona que en los países en vías de desarrollo es sustancial diseñar los contenidos de los cursos a ofertar con teorías de la innovación tecnológica. La educación en energías renovables y en sustentabilidad va de la mano con la innovación tecnológica, por consiguiente, resulta importante incluir durante la formación de los estudiantes conocimiento que les permitan desarrollar habilidades, utilizar herramientas y conocer los paradigmas e hitos detrás de las mentes que inventan tecnologías o aplican la innovación tecnológica en diversos ámbitos. Por ejemplo, temas relacionados con: derechos de la propiedad intelectual, etapas del desarrollo de tecnologías, redacción de documentos técnicos como patentes y modelos de utilidad, por mencionar algunos. Aunado, la innovación requiere de pensamientos que detonen la creatividad. Las tecnologías disruptivas o emergentes son vistas como medios para responder ante los diversos retos en la ingeniería del siglo XXI. La capacidad de adaptarse a las tecnologías emergentes por parte de la sociedad, incluyendo su uso, manejo, entendimiento y la apropiación son paradigmas de la innovación tecnológica. Para promover la innovación, es importante abordar los saberes de las ciencias y las disciplinas que se abocan a promover la tecnología-sociedad en conjunto de forma sustentable. Resulta importante establecer nuevos mecanismos de interacción entre estos tres actores y promover su incorporación en la enseñanza de la ingeniería y la sustentabilidad. Al detonar la enseñanza en la innovación tecnológica se espera que la transición energética sea más eficiente.

La innovación tecnológica ha sido considerada como un impulsor del desarrollo económico y social a nivel mundial, dentro de la economía del conocimiento su presencia es fundamental. A nivel organizacional, las empresas buscan la

innovación como un mecanismo para mejorar su desempeño organizacional. Para las empresas, la innovación puede materializarse como un nuevo producto, servicio, procesos, tecnología o estructura organizacional. Algunos indicadores estratégicos para medir el grado de innovación de un país son sus solicitudes de patentes, diseños industriales y marcas, los cuales han sido reportados en diversas ocasiones por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [12]. En el año 2019, China se plantó como el líder del crecimiento en innovación a nivel mundial al analizar las solicitudes de propiedad intelectual registradas. En comparación con el año anterior las solicitudes crecieron 11.6% para patentes, 28.3% para marcas comerciales y 12.7% para diseños industriales, teniendo un total de 1,542,002 solicitudes de patentes, lo que representa el 46.4% de solicitudes a nivel mundial. Seguido por Estados Unidos con 597,141 solicitudes de patentes en el mismo año. En el caso de México, en comparación del año anterior presentó un decrecimiento de 4.4% con un total de 16,424 solicitudes de patentes en el 2018. Las solicitudes de patentes presentadas en México representan alrededor del 1.07% de las solicitudes presentadas en China. Si bien el factor de número de habitantes puede diferir y ser considerado un diferenciador, cabe destacar que, en México, casi el 50% de las solicitudes de las patentes provienen de no residentes del país, en China este no es el caso, la mayoría son sus residentes. Otro dato para destacar es que entre el 2015-2017, la mayoría de las patentes registradas en México fueron relacionadas al sector farmacéutico, casi un 50%. China, EE. UU., Japón y la República de Corea, cuyas principales áreas de aplicación son tecnologías de la computación y maquinaria eléctrica.

Considerando lo antes expuesto, en este trabajo se presenta la configuración de un modelo como base en la formación de estudiantes en temas de sustentabilidad, especialmente en energías renovables, con vocación científica-tecnológica. La propuesta se sustenta en una metodología reportada en la literatura, con un enfoque del tipo investigación documental. Así como la experiencia empírica de uno de los autores, tras haber pasado por diversos procesos de desarrollo tecnológico enfocado en energías renovables reportados en el estado del arte [13] y su experiencia como académico e investigador en IER.

#### IV. METODOLOGÍA

Para realizar esta investigación se basó en el constructo metodológico empleado en los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura presentado por la Universidad Autónoma de Baja California [14]. La cual, se basa en una aproximación teórica teniendo como variable de estudios el plan de estudios, abordando un enfoque de sistemas, considerando un análisis interno y externo del mismo plan de estudios. Obedece a una iniciativa institucional que considera el estudio y análisis de diversos elementos externos o del contexto como el estudio de pertinencia social y de referentes

nacionales e internacionales. La investigación se abordó de tipo documental y el diseño es de tipo no experimental, con rasgos empíricos y eclécticos. El procedimiento que se empleó consistió en una investigación documental con fuentes secundarias de organismos nacionales e internacionales y de bases de datos para determinar las necesidades y problemáticas sociales estatales, regionales, nacionales y globales (actuales y futuras) que atenderá los egresados de Ingeniería en Energías Renovables. Se estableció como horizonte de la perspectiva de las necesidades y problemáticas sociales 10 a 20 años. Como primer paso se identificaron las bibliografías y literaturas que hacen referencia a las necesidades y problemáticas sociales en los diferentes ámbitos, aunado se identificó las necesidades y problemáticas sociales que atenderá los egresados de IER. Derivado de los resultados se analizó y fundamentó las necesidades y problemáticas sociales que atenderá el egresado y se generó la propuesta de un plan de estudio. En este caso el constructo obedece a un sentido tácito de uno de uno de los investigadores que cuenta con aportaciones al estado de la técnica en material de propiedad intelectual [13]. Los documentos que se consultaron fueron los diferentes planes de desarrollo en los tres niveles, algunos programas sectoriales nacionales enfocados en las energías renovables. Además, se consultaron diversas bases de datos de acceso restringido y bases de datos de acceso abierto. Los criterios de búsqueda fueron basados en palabras claves, tales como: *sustentabilidad, energías renovables, desarrollo tecnológico, China, ciencia ficción, creatividad, innovación*. Se segmentaron criterios de búsqueda y se revisaron más de documentos. La información fue procesada y con los resultados se presentó una propuesta de un modelo de formación basado en la “Mentefactura”, considerando el modelo educativo que impera en la propia institución educativa.

## V. RESULTADOS

En un estudio presentado por Zhao et al. [15] se analiza la relación entre las solicitudes de patentes, la creatividad individual de las personas y su relación con la capacidad de innovación. El análisis señala que los factores internos que contribuyen a la capacidad de innovación de una organización incluyen el conocimiento, las habilidades de sus miembros y la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D). La capacidad de innovación es un activo estratégico para las empresas que buscan ventajas competitivas. Además, la creatividad individual tiene un impacto directo y significativo en la innovación de las organizaciones. Retomando el caso de China, hay evidencias recientes de que las empresas promueven el uso de la ficción a nivel sociocultural para obtener ventajas competitivas. En el trabajo presentado por Zheng & Callaghan [16], muestra evidencias del uso de la ciencia ficción (sci-fi) y la fantasía, particularmente presentadas en forma de películas, como elementos que estimulan la creatividad, lo cual midió mediante un modelo

propuesto por los autores y fue aplicado en PYMES no científicas en China. Dentro de los resultados y hallazgos demuestran cómo a través de un proceso organizativo constructivo se puede potenciar la inspiración de la innovación empleando la ficción. El trabajo se basa en el supuesto que la innovación y la creatividad son cualidades que dependen de habilidades o conocimiento, aunado al potencial de un inventor para imaginar un servicio o producto nuevo. Su teoría establece que la sci-fi puede emplearse como un medio para crear constructos diegéticos plausibles que estimularían la innovación y desarrollarían prototipos. Entre sus recomendaciones señalan la necesidad de desarrollar una cultura de apoyo y fomento de la creatividad organizacional, que vaya más allá del marco de innovación convencional y guíe la capacidad imaginativa del empleado hacia el ámbito de la innovación prospectiva, y la integración de una visión futurista que actúa para hacer avanzar constantemente la base de conocimientos de la empresa y mantener la flexibilidad estructural. La investigación abarca tres perspectivas disciplinarias diferentes, un modelo perceptual de estudios cinematográficos, una metodología de innovación utilizada en ingeniería, y la teoría y la práctica de la innovación inspirada en la sci-fi. La innovación inspirada por la sci-fi ha sido presentada por diversos autores: Bleecker [17], Johnson [18], Bell et al. [19], Corcoran et al. [20].

Utilizar la literatura de sci-fi como inspiración para la teorización social implica no sólo pensar en el futuro, como lo indica Gendron et al. [21] también la sci-fi libera los pensamientos de las visiones habituales del futuro y permite indagar en fenómenos no lineales. Como puede ser la creatividad al momento de la construcción de ideas de formulaciones novedosas (o inexistentes) para solucionar problemas. De manera más general, la sci-fi podría convertirse en una metodología de las ciencias sociales que permita construir teorías de la gestión desde una perspectiva completamente diferente, particularmente con respecto a un campo tan desafiante como el desarrollo sostenible. De la mano con el desarrollo tecnológico, la adaptación social trasciende como un elemento a considerar en el proceso de innovación. La sociotecnología esboza dicho concepto. Según Raven [22], cuando se habla de presentar una imagen del futuro energético, no todos tienen la misma posibilidad de prototipado como un imaginario. Debido a esto existe un gran interés por investigar y criticar el futuro de la energía a través de metodologías de representación que se adaptan por igual a lo material y lo social. Es importante capturar la naturaleza fundamental de la sociotécnica para poder definir a qué aspiramos como futuro en el tema de tecnologías que aprovechan las energías renovables. No solo se debe constituir la materialidad de la tecnología y su accionar físico en el mundo, también el aspecto social debe ser incluido, tanto el significado social como la competencia cultural. El autor menciona que dado el sesgo innato de muchas metodologías de representación hacia lo material o lo social (o, para el caso, hacia lo cuantitativo o cualitativo), tales representaciones son 'incompletas' en términos de la teoría de la práctica social: simplemente no lo hacen.

El estudio presentado por Hajer & Pelzer [23] motivado por la primicia que en un mundo posterior al Acuerdo de París se ha incrementado la atención del conocimiento académico por movilizar sus esfuerzos e investigaciones en desarrollar los futuros deseados. Mirar el futuro en términos de desempeño ayuda a apreciar la política del futuro. A partir de un método aplicado en un experimento, Técnicas de Futuro (por su traducción al español), se buscó contribuir a un imaginario más positivo e inspirador sobre las energías renovables. En dicho experimento participaron actores de élite de la política, el mundo empresarial y el mundo académico. Se quería examinar en detalle cómo funciona el futuro activo y mediante la técnica contribuir a la transición de la sostenibilidad. El análisis del futuro tiene como objetivo identificar las situaciones en las que se negocian intersubjetivamente nuevos entendimientos del futuro. Pensar en el futuro en términos de una secuencia de actuaciones en escena permitió ver cómo un grupo variado de actores podría llegar a compartir un imaginario de un futuro deseable. Esto es importante para los nuevos desafíos de la política climática y es extrapolable no solo para las IER, también para otras ciencias y puede ser visto como un punto de interconexión. Visualizar un futuro sustentable común, partiendo de nuestra realidad, cultura, limitantes, pero con la misma emoción (positiva) por lograr el objetivo. Por otro lado, Abohela [24] evaluó diferentes obras de arte de sci-fi y la presencia de la narrativa de las energías renovables, concluye que incorporar energías renovables en escenarios en donde se presenten tecnologías que aprovechan las fuentes renovables de energía puede utilizarse como medio para crear entornos futuros vitales que demuestran y proyectan escenarios visuales de la posibilidad de depender de energías renovables. La narrativa debe centrarse en visiones utópicas, siendo una oportunidad importante dado la época del cine actual y la sci-fi en general. La sci-fi considerada como una rama de la literatura que esboza escenarios futuristas en función de los avances y logros científicos-tecnológicos [25] ha tomado mayor presencia en los contenidos curriculares y se ha convertido en una herramienta de enseñanza y aprendizaje con diversas intenciones. Algunas investigaciones, como la de Vesga [26] ha demostrado que la sci-fi como herramienta pedagógica en cursos relacionados con la ciencia, tecnología y sociedad coadyuva a inaugurar y fortalecer la creatividad y reflexividad en los estudiantes. El estudio de Petit & Solbes [27] examina la percepción del profesorado y del alumnado que han tenido experiencias con la sci-fi como recurso didáctico. Entre los hallazgos más relevantes, los autores encuentran que alrededor del 60% de los estudiantes visualizan los avances científicos presentados en la sci-fi como optimista, ya que plantean soluciones relacionadas a la economía, supervivencia, modernidad y a la no dependencia del petróleo, mientras un 9% opina que los avances son pesimistas y lo relacionan con guerras, destrucción y el mal uso de la ciencia y la tecnología, el resto del alumnado tiene una perspectiva neutra al referirse a términos como inteligencia artificial y cambio social. Por otro lado, alrededor del 40% del profesorado cree que la sci-fi ayuda a mejorar la motivación y el interés de los estudiantes, principalmente en cursos relacionados con la ciencia y la tecnología, el otro porcentaje

cree que se convierte en una excelente estrategia para comprender y relacionar conceptos y teorías. En conjunto con el resto de los resultados del estudio, los autores concluyen que la sci-fi es un instrumento válido y útil para el aprendizaje.

Actualmente los materiales educativos no se limitan a los libros de textos tradicionales, debido a que se han involucrado otros materiales y recursos como las plataformas de aprendizaje, la gamificación, aplicaciones móviles, entre otros. La metamorfosis en los recursos educativos ha contribuido para que la sci-fi en cualquiera de sus formatos de presentación tome un lugar entre estos recursos [29], ya que, como lo menciona Hernández-Fernández [28] “la ciencia ficción es pues capaz de introducir al alumnado en los contenidos curriculares y en la narrativa científica y tecnológica de una forma amable; potencia su interés y fomenta el pensamiento crítico”. En complemento, Corrêa [30] señala que la sci-fi permite generar situaciones e interrogantes concernientes a la existencia humana, principalmente acerca de la moral, la sociedad y la política, por ello se ha convertido en un recurso didáctico que secunda a estimular la curiosidad y la imaginación. Las creaciones científicas y tecnológicas no requieren únicamente de un conjunto de conocimientos especializados en el área, sino, de una actitud responsable y consciente de las consecuencias. En este sentido, la sci-fi como lo indica Jaramillo [31] invita a los estudiantes a fortalecer su espíritu crítico y considerar los riesgos del progreso o los avances de la ciencia y tecnología, y como lo sugieren Alerm-González & González-Pérez [23] a valorar las consecuencias éticas. Por último, los estudios relacionados al tema resaltan la importancia de incorporar la sci-fi de forma responsable, adaptada a los contextos específicos y a los propósitos formativos [26]. Asimismo, con la sci-fi como recurso didáctico, el profesorado tiene el reto de la construcción de conocimientos y para ello debe despertar el interés del estudiantado a través de planteamientos y actividades pertinentes [31].

## VI. DISCUSIÓN



Figura 3. Modelo de formación basado en ciencia ficción, ciencias de la ingeniería y sustentabilidad – Modelo propuesto por los autores.

Para una mejor explicación de la propuesta del modelo, se emplea la Fig. 3. Es importante destacar que la construcción del modelo se centra bajo un paradigma reduccionista,

partiendo de tres aspectos: el futuro sustentable, la resiliencia del estudiante para estimular la creatividad, y la gestión del conocimiento innovador. El término futuro sustentable es la visualización de un escenario imaginario colectivo de la posibilidad de ser una sociedad que dependerá de tecnologías que aprovechen las energías renovables. En cuanto a la creatividad, apoyado en las ciencias sociales, como lo es la sci-fi contemporánea, es posible estimular la imaginación del prototipado imaginativo de futuras tecnologías (i.e. nuevas propuestas de paneles solares, formas nuevas de aerogeneradores, convertidores de energía, etc.), ya que son representaciones de tecnologías disruptivas para el estado actual de la técnica. El modelo se posiciona en la etapa temprana de aprendizaje, considerando que pocas son las limitaciones creativas para prototipar entornos de escenarios disruptivos tecnológicos. Aunado, la sci-fi ha sido parte del desarrollo de las personas. Empatizar con sociedades inexistentes (construcción de escenarios) es una habilidad que se desarrolla mayormente al convivir de manera frecuente con la sci-fi. Se espera que esto tribute en la capacidad para visualizar el impacto socio tecnológico de sus propuestas de desarrollo tecnológico e innovaciones. La rapidez ante la adaptabilidad de una innovación tecnológica en la sociedad depende del uso individual y colectivo de una tecnología. Asimismo, el proceso creativo de un inventor o desarrollador de tecnologías requiere de estimulación sensorial. El arte en sus diferentes manifestaciones puede mejorar la creatividad inventiva. Por último, se considera el proceso de desarrollo tecnológico, representado en cuatro etapas; bosquejo, prototipo, diseño y comunicación escrita. Si bien, puede resultar un proceso más complejo, el solo ejercicio de realizar estos aspectos permite materializar en un documento elementos que se pueden correlacionar con aspectos requeridos para presentar documentación relacionada con la propiedad intelectual. Por ejemplo, dibujos de cómo realizar la invención, descripción de la tecnología y el campo de uso de la tecnología. A través de las ciencias sociales, especialmente la sci-fi y sus diversas expresiones, se puede establecer una base que permita dibujar en el imaginario del individuo un entorno tecnológico. Se debe considerar que toda tecnología debe buscar la resolución de problemáticas. Las ciencias sociales son un insumo de información para obtener datos que permitan identificar las coyunturas sociales o problemas que mayormente demandan de tecnificación. La información debe ser presentada de forma cualitativa y cuantitativa, de tal modo puede haber un indicador numérico que se relacione con la ingeniería de la tecnología propuesta. Por ejemplo, eficiencias actuales de los paneles solares, limitantes técnicas de interconectarse la red eléctrica, aspectos económicos y poder adquisitivo de la sociedad. A pesar de que se puede encontrar elementos que permitan construir soluciones partiendo de la sci-fi y problemáticas actuales, también se debe mezclar con la formación integral del inventor y el supuesto de las emociones positivas como detonante de la creatividad y por ende la inventiva. Las ciencias sociales permiten conocer los orígenes de las ideas, pasando por el pensamiento, la cultura, el liderazgo, la inteligencia y la creatividad. Estos aspectos forman parte del pensamiento que debe permanecer en los inventores del

mañana, pensar fuera de la caja. Detrás debe existir una mentalidad social positiva tanto a nivel individual como a nivel colectivo, con la visión de afrontar los retos del mañana de manera sustentable. Lo anterior, aunado a la implementación de estrategias mnemotécnicas al estudiante, permite esbozar una idea, la cual se representa como un "concepto tecnológico". El concepto tecnológico es una idea de una tecnología, proceso o sistema, que surge como resultado de la especulación imaginativa (introspección-soliloquio) de la persona tras haber recibido información proveniente de las ciencias sociales para esbozar un entorno o escenario de la tecnología (pensamiento crítico dirigido). Esta idea debe pasar por una etapa de materialización de la tecnología. El proceso de desarrollo tecnológico convencional incluye etapas de construcción en banco de pruebas, medición en laboratorio, simulaciones o modelos matemáticos. Sin embargo, para términos de este modelo se generaliza en un bosquejo de la tecnología (dibujo), el prototipo (representación física, maqueta en 3D, por mencionar), el diseño a nivel computadora (CAD), y por último la descripción sistemática de la tecnología, acentuando el uso del lenguaje y comunicación usada dentro de la documentación técnica de la propiedad industrial. Esto se puede reforzar en la medida que la persona adopte capacidades y habilidades científicas que le permitan madurar la innovación.

El modelo se divide en tres etapas de aprendizaje:

1. Conocer y experimentar el proceso de conceptualización de tecnologías a partir del análisis de escenarios sociotecnológicos plasmados en diversas obras de sci-fi para estimular la creatividad del diseño de las tecnologías disruptivas que resuelvan los problemas de la sociedad del mañana, teniendo presente la ética, la responsabilidad moral y una actitud positiva. Para la consecución se deben abordar diferentes aspectos, como son: desarrollar la capacidad de especular imaginativa de retos tecnológicos para resolver problemas del siglo XXI, explorar el uso simulado de tecnologías como elemento de inspiración para la innovación (tecnologías inmersivas para fortalecer la empatía social con sociedades inexistentes y el uso de otras tecnologías), imaginar y discutir el prototipo del futuro y su impacto social partiendo del análisis de la sci-fi, y el prototipado de escenarios futuros, inspirado por la sci-fi en la vida real y las sociedades del mañana (socio tecnología).
2. Desarrollar estrategias de gestión del conocimiento a nivel personal, a través de los elementos del proceso creativo detrás del espíritu inventivo y del análisis de la innovación tecnológica, con el propósito de proponer tecnologías desde un enfoque individual y como parte de un equipo, con responsabilidad social y ambiental. Dentro del proceso de desarrollo tecnológico: la creatividad y la imaginación son claves en la construcción de una tecnología para resolver problemas. El uso de las emociones se debe abordar desde un punto de vista constructivo para

detonar la creatividad para la resolución de problemas y además estudiar las expresiones artísticas que representan escenarios imaginarios del futuro.

3. Distinguir la relevancia de la propiedad intelectual en el campo de la comercialización del conocimiento, mediante el análisis teórico del mercado del conocimiento y leyes relacionadas a la propiedad intelectual, con el propósito de proteger las futuras creaciones que respondan a los retos del futuro inspirados por las ciencias sociales y contribuir al bienestar social y cultural, con actitud objetiva y proactiva. Las invenciones se presentan en documentos técnicos de propiedad intelectual o propiedad industrial. Un reto importante es el uso correcto de la comunicación oral y escrita para transferir el conocimiento detrás de los hallazgos tecnológicos. A través de revisión de documentos de propiedad industrial, se visualiza el uso del lenguaje para expresar y describir innovaciones. Aunado, estudiar los elementos detrás de las invenciones tecnológicas, así como explorar el prototipado de tecnologías mediante el diseño por computadora, el dibujo esquemático y la representación física, como pueden ser objetos diseñados en impresoras 3D, materiales cerámicos, etc.

## VII. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó una investigación cuyo propósito es incorporar una propuesta de un modelo de formación en los estudiantes de energías renovables en México para incentivar la innovación tecnológica en el futuro. Recientemente en México se han definido políticas para incrementar el uso de energías renovables en el corto plazo, por lo cual surge y destaca la figura del egresado en Ingeniería en Energía Renovable como un agente cuyo principal propósito es promover el uso eficiente de la energía y la incorporación de energías renovables a la matriz energética. En los últimos años, el número de estudiantes que estudian alguna ingeniería en energías renovables ha crecido un 300%. El mercado necesita graduados con perfiles de salida que sean competentes en la investigación y desarrollo de tecnologías que aprovechen las fuentes de energía renovable. Al comparar los indicadores medibles de innovaciones tecnológicas, México presenta un rezago. En el 2019, en China se presentaron 1,542,002 solicitudes de patentes, en ese mismo año en México hubo 16,424 [12]. Al analizar el caso de China, así como algunas investigaciones relacionadas con la innovación, se encuentra que la sci-fi ha sido utilizada como un medio para promover la innovación en empresas pequeñas y medianas en el país con mayor cantidad de patentes a nivel mundial. La incorporación de la sci-fi permite construir imaginarios colectivos de un futuro sustentable deseado y además permite estimular la creatividad inventiva de los tecnólogos del mañana. En ese sentido se propone un modelo de formación que considera el futuro sustentable, la creatividad y la gestión del conocimiento innovador. En la sci-

fi se presentan tecnologías disruptivas que estimulan la imaginación de los inventores de las tecnologías futuras que sean activadas por energías renovables, o bien serán quienes diseñen los ambientes de uso para las sociedades. El modelo considera a las ciencias sociales como un elemento de integración con sociedades inexistentes del futuro. Además, se esboza el proceso de desarrollo tecnológico el cual incluye, bosquejo, prototipado, diseño y descripción sistemática de la propuesta tecnológica.

## REFERENCIAS

1. Martinot, E., Dienst, C., Weiliang, L., & Qimin, C. (2007). Renewable energy futures: Targets, scenarios, and pathways. *Annual Review of Environment and Resources*, 32.
2. Agencia Internacional de la Energía. (2017). *Perspectivas mundiales de la energía 2017*. Obtenido de <https://www.iea.org/weo2017/>
3. Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformando nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de [https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)
4. Secretaría de Energía. (2014). *Estrategia Nacional de Energía 2014-2028*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf>
5. Secretaría de Energía. *Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018*. (2017). Obtenido de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5469371&fecha=19/01/2017](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5469371&fecha=19/01/2017)
6. National Academy of Engineering. (2021). *NAE Grand Challenges For Engineering*. Obtenido de <http://www.engineeringchallenges.org/challenges.aspx>.
7. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2019). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior*. Obtenido de <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>.
8. Bell, F., Fletcher, G., Greenhill, A., Griffiths, M., & McLean, R. (2013). Science fiction prototypes: Visionary technology narratives between futures. *Futures*, 50, 5-14.
9. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). *Datos de población [Dataset]*. <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
10. Universidad Autónoma de Baja California. (2019). *Ingeniero en Energías Renovables*. [http://sriagrual.uabc.mx/Secretaria\\_General/consejo/201910/15.pdf](http://sriagrual.uabc.mx/Secretaria_General/consejo/201910/15.pdf)
11. Kandpal, T. C., & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable*

- and Sustainable Energy Reviews, 34, 300-324. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.039>
12. WIPO (2020). World Intellectual Property Indicators 2020. Geneva: World Intellectual Property Organization.
  13. N. Velázquez, A. Acuña, (2013). Sistema de enfriamiento termo-solar por absorción difusión acoplado de forma directa a un sistema de colección solar. (MX/a/2013/014681, MX/e/2020/070776). Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.
  14. Armandina Serna Rodríguez, A. C., & López. (2018). Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación y actualización de programas educativos de licenciatura [recurso electrónico]. [http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia\\_con\\_ficha.pdf](http://web.uabc.mx/formacionbasica/documentos/metodologia_con_ficha.pdf)
  15. Zhao, S., Jiang, Y., Peng, X., & Hong, J. (2020). Knowledge sharing direction and innovation performance in organizations. *European Journal of Innovation Management*.
  16. Zheng, P., & Callaghan, V. (2018). How Chinese SMEs innovate using 'diegetic innovation templating'—The stimulating role of Sci-Fi and fantasy. *Futures*, 95, 98-117.
  17. Bleecker, J. (2009). Design Fiction: A short essay on design, science, fact and fiction. *Near future laboratory*, 29.
  18. Johnson, B. D. (2011). Science fiction prototyping: Designing the future with science fiction. *Synthesis Lectures on Computer Science*, 3(1), 1-190.
  19. Bell, F., Fletcher, G., Greenhill, A., Griffiths, M., & McLean, R. (2013). Science fiction prototypes: Visionary technology narratives between futures. *Futures*, 50, 5-14.
  20. Corcoran, P. B., Weakland, J. P., & Wals, A. E. (Eds.). (2017). *Envisioning futures for environmental and sustainability education*. Wageningen Academic Publishers.
  21. Gendron, C., Ivanaj, S., Girard, B., & Arpin, M. L. (2017). Science-fiction literature as inspiration for social theorizing within sustainability research. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1553-1562.
  22. Raven, P. G. (2017). Telling tomorrows: Science fiction as an energy futures research tool. *Energy research & social science*, 31, 164-169.
  23. Hajer, M. A., & Pelzer, P. (2018). 2050—An Energetic Odyssey: Understanding 'Techniques of Futuring' in the transition towards renewable energy. *Energy research & social science*, 44, 222-231.
  24. Abohela, I. (2019). The Narrative of Renewable Sources of Energy in Science Fiction Films. *Appl. Math*, 13(3), 471-480.
  25. Alerm-González, A. J. & González-Pérez, U. Propuesta del cine de ciencia ficción para educar en Bioética. *Persona y Bioética*, 23(1) 14-33. <https://doi.org/10.5294/pebi.2019.23.1.2>
  26. Vesga, A. (2015). La ciencia ficción como herramienta pedagógica en un curso de Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad: descripción de una experiencia docente. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 520-528. <https://doi.org/10498/17606>
  27. Petit, M. F. y Solbes, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (2), pp. 55-72
  28. Hernández-Fernández, A. (2016). Ciencia ficción en materiales educativos para la enseñanza de las ciencias y la tecnología. En P. Bernat., E. Castanyo., C. Gámez., V. Martínez., A. M. Moreno. & A. Munné-Jordá (Coords.), *Ciència i ficció: l'exploració creativa dels mons rea*
  29. Hernández-Fernández, A. (2016). Ciencia ficción en materiales educativos para la enseñanza de las ciencias y la tecnología. En P. Bernat., E. Castanyo., C. Gámez., V. Martínez., A. M. Moreno. y A. Munné-Jordá (Coords.), *Ciència i ficció: l'exploració creativa dels mons reals i dels irreal* (133-142). Talaiots.
  30. Corrêa, V. H. (2018). Cibernética e Ficção Científica: uma proposta pedagógica. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(60) 117-133.
  31. Jaramillo, C. J. (2021). El cine de ciencia ficción como condición que posibilita repensar lo vivo y la vida. *Praxis & saber*, 12(29). <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n29.2021.11932>