

1

COLABORACIÓN MULTIDISCIPLINAR PARA LA FORMACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN: GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE ESTRATÉGICO, CÁTEDRA UNESCO Y RED OPENERGY

MARÍA SOLEDAD RAMÍREZ-MONTOYA

RESUMEN: *La sustentabilidad energética es un reto global y el ámbito formativo tiene una gran oportunidad para aportar con esfuerzos compartidos. El objetivo de este capítulo es presentar la experiencia de colaboración multidisciplinar que se gestó en el proyecto del Laboratorio Binacional, donde participaron grupos y redes que se entrelazaron para provocar experiencias formativas para la formación en sustentabilidad energética. Se realizó una investigación para abordar la pregunta: ¿Cómo se refleja la colaboración multidisciplinar para crear instancias formativas y de investigación sobre sustentabilidad energética que aporte a la innovación, la investigación y la ciencia abierta? Se usó la metodología de estudio de caso múltiples para presentar el subproyecto «Innovación abierta, interdisciplinaria y colaborativa para formar en sustentabilidad energética a través de MOOC e investigación educativa» y «Red Openenergy». Los casos se presentan en seis categorías: presentación de avances, principales logros e impactos, aportes a la innovación, investigación y ciencia abierta. Los hallazgos dan cuenta de evidencias de co-construcción, innovación, trabajo en red e interdisciplinarietà. El aporte del capítulo radica en presentar evidencia empírica de aporte a la innovación abierta, la investigación abierta y la ciencia abierta, que puede ser de valor para tomadores de decisiones, autoridades gubernamentales, innovadores, comunidad académica, organismos públicos o privados, e interesados en el desarrollo de cultura energética, investigación e innovación educativa.*

«Juntos seguiremos nuestra labor con la energía siempre renovada que generan las causas justas, y nos apropiaremos una vez más —no sin malicia— de la siguiente frase de Albert Camus: querer es suscitar paradojas».

VALÉRIE TONG CUONG

1. INTRODUCCIÓN

La formación ciudadana en sustentabilidad energética es un tema central para avanzar en el fortalecimiento de una cultura encaminada al bien común, a través de la colaboración. Sociedad, gobiernos y organizaciones públicas y privadas son sectores estratégicos para crear entornos flexibles y sustentables que todos deseamos. Mendizabal, Heidrich, Feliu, García-Blanco y Mendizabal (2018), argumentan que los políticos necesitan considerar los retos y oportunidades que el cambio climático puede traer y es necesario que dichas decisiones ayuden a obtener ciudades flexibles. Además, el abordar la formación de cultura energética implica hablar de un derecho social, donde la justicia energética exige el llegar a todas las áreas, con seguridad, a precios adecuados y accesibles (Jenkins, Sovacool & McCauley, 2018). La colaboración se presenta así como un punto central para promover cultura energética.

Otro aspecto sustancial para trabajar en cultura energética es la innovación. Para unir ambos efectos de la sustentabilidad, como objetivo de innovación y su práctica, se debe analizar la relación entre sustentabilidad como innovación objetiva e innovación eficiente (Shin, Kim y Yang, 2018), donde la innovación vaya más allá de lo técnico, hacia una disrupción que provoque verdaderos cambios en la transformación de la energía (Kramer, 2017). Además, la conexión de saberes apoya la innovación intelectual (Denize, Simoff, Nankani & Young, 2018), como resultado de la colaboración en relaciones de investigación interconectadas y, en ocasiones, puede llegarse a la coproducción para apostar por una innovación abierta (Ramírez-Montoya & García-Peñalvo, 2018), lo cual implica que algunos compartan ideas o recursos y otros utilicen la tecnología para poner en marcha un proyecto de innovación. Innovar es entonces, otro aspecto sustancial para crear cultura energética.

La interdisciplinariedad es otro elemento de crecimiento a través de conexiones de diversos actores que pueden proporcionar conocimientos para la investigación, la innovación exitosa y, finalmente, el desempeño económico. Las actividades de investigación son cada vez más globales, por lo que la integración en las redes internacionales de conocimiento es decisiva para el desempeño innovador (Kalthaus & Graf, 2016). Por ejemplo, Nowotnya *et al.* (2018) postulan por la apertura de nuevos programas donde se debería enseñar el desarrollo de nuevos materiales para sistemas y dispositivos de conversión de energía más eficientes; Carrera y Ramírez-Hernández (2018) y García-Peñalvo, Fidalgo-Blanco & Sein-Echaluce (2017) presentan experiencias en este sentido a través de cursos masivos abiertos, y Axon *et al.* (2018), postulan por analizar los factores que hacen exitosa a una iniciativa de cambio de comportamiento, con un enfoque especial en los movimientos en pro de la sostenibilidad. La combinación de saberes disciplinares y la globalidad pueden contribuir con aportes para un desarrollo sustentable.

En la búsqueda de aportes para esta temática, surgió el macro proyecto 266632 «Laboratorio Binacional para la Gestión Inteligente de la Sustentabilidad Energética y la Formación Tecnológica», con apoyo de la Secretaría de Energía (SENER) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), operacionalizado a través del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), en conjunto con otras instituciones de educación superior nacionales e internacionales. Este capítulo se enmarca dentro de este macro proyecto, en el subproyecto «Innovación abierta, interdisciplinaria y colaborativa para formar en sustentabilidad energética a través de MOOC e investigación educativa».

El objetivo de este capítulo es presentar los avances que se han realizado en la formación a través de cursos masivos abiertos (MOOC, por sus siglas en inglés, *Massive Open On-line Courses*) e investigación educativa, en el ámbito del macroproyecto, después de tres años que se originó. El escrito se presenta en tres apartados: metodología, el caso con seis categorías: presentación de avances, principales logros e impactos, aportes a la innovación, investigación y ciencia abierta y la discusión y conclusiones, como cierre del capítulo.

2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN CON ESTUDIO DE CASOS

El método utilizado para el capítulo es la investigación con estudio de casos. El caso es un sistema integrado, «acotado»; es objeto, más que proceso. Es algo específico, algo complejo, en funcionamiento. El sistema que se presenta aquí es el subproyecto «Innovación abierta, interdisciplinaria y colaborativa para formar en sustentabilidad energética a través de MOOC e investigación educativa». El caso del subproyecto se enuncia por su particularidad, su unicidad.

Un caso puede tener como foco cualquiera de los atributos siguientes: a) individuos; b) atributos de los individuos; c) acciones e interacciones; d) rastros de conducta; e) escenarios, incidentes, acontecimientos; y f) colectivos o grupos (Ramírez-Montoya, 2014). En este escrito los atributos que se presentan del caso son las acciones e interacciones, así como los escenarios, incidentes y acontecimientos.

El estudio de casos como diseño de investigación implica el estudio intensivo de diversos aspectos de un mismo fenómeno. El caso en este escrito presenta seis elementos: presentación de avances, principales logros e impactos, aportes a la innovación abierta, aportes a la investigación abierta y aportes a la ciencia abierta. De tal forma que se aborda un proceso de inquirir acerca del caso y el producto de ese inquirir, con miras a alcanzar explicaciones complejas y completas de un fenómeno en particular.

El diseño de investigación de un caso puede ser clasificado de múltiples formas. Metodólogos especializados (Merriam, 2009; Stake, 2007; Yin, 2003, 2006), enuncian clasificaciones de investigación con

estudio de casos acordes con su tipología, momento, clasificación y tipificación. En este escrito se presenta el caso por su tipología: como intrínseco (el interés es dar a conocer el caso en sí mismo); por el momento de la indagación como longitudinal (a lo largo de dos años); por su clasificación se denota situacional (en el marco de un macro proyecto); y por su tipificación como descriptivo (para efecto del informe en este escrito). Los instrumentos utilizados son la observación participante (donde la autora del escrito es la responsable de este subproyecto y participa activamente en el mismo), evidencias documentales (publicaciones, ponencias, producciones académicas y tecnológicas) y diarios (con reseñas de seguimiento del proyecto). El análisis se lleva a cabo con sumas categóricas e interpretación directa y se realiza una triangulación de los datos, con base en los indicadores del proyecto.

3. EL CASO DEL SUBPROYECTO «INNOVACIÓN ABIERTA, INTERDISCIPLINARIA Y COLABORATIVA PARA FORMAR EN SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA A TRAVÉS DE MOOC E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA»

El subproyecto se enmarca en el macro proyecto del Laboratorio Binacional (2017-2019) y tiene por objetivo apoyar la formación de talento humano especializado en materia de sustentabilidad energética, y desarrollar capital social con las capacidades necesarias para responder a las condiciones tecnológicas existentes en la cadena de valor energética de México (concretamente en el sector eléctrico), a través de posgrados, de la oferta de MOOC disponibles a nivel nacional e internacional, y validar a través de los procesos de certificación de competencias.

Presentación de avances

En la formación de talento especializado, participan 7 estudiantes del Doctorado de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (1 tesis ya presentada —Elizondo García, 2019—), 7 estudiantes de las Maestrías en Educación y de la Maestría en Tecnología Educativa del Tecnológico de Monterrey (5 tesis ya presentadas: Argueta-Velázquez, 2017; Beltrán-Hernández, 2018; Cachay, 2018; Carrera, 2018; Valenzuela, 2018) y 5 estudiantes del Doctorado de Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca (2 tesis ya presentadas: Rincón-Flores, 2018 y González-Pérez, 2019). Contribuyen con su formación académicos del Tecnológico de Monterrey, de la Universidad de Salamanca y académicos de la red Openenergy (otro subproyecto del Laboratorio Binacional), así como de la Cátedra UNESCO/ICDE Movimiento Educativo Abierto para América Latina (Figura 1.1).

Otra área de formación importante se da a través de los MOOC del Laboratorio Binacional. Para ello, el proyecto contempló el dotar



Figura 1.1. Red Openergy del Laboratorio Binacional.

de infraestructura para el desarrollo de los ambientes MOOC a dos instituciones: a) en el Tecnológico de Monterrey se generó un Centro de producción audiovisual portátil para desarrollo de recursos audiovisuales en MOOC de energía (Figura 1.2), se compró equipo para la producción de MOOC, y b) también se dotó de equipo de producción audiovisual para una de las instituciones asociadas, el Tecnológico Nacional, para ello, se brindó asesoría en la selección del equipo y compra del equipo (de enero a abril 2019 se incorporarán a los MOOC los recursos desarrollados por el Tecnológico Nacional).

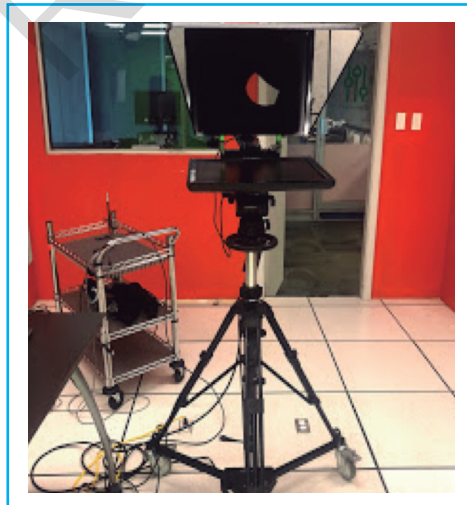


Figura 1.2. Equipo de producción audiovisual portátil.

La producción de los MOOC se gestó a través de equipos interdisciplinarios: especialistas de las áreas de energía, tecnología educativa e investigación educativa. El trabajo colaborativo fue elemento sustancial para lograr estos diseños y sus implementaciones, donde dos grupos de investigación con enfoque estratégico coordinaron estas acciones: el Grupo de Energía y Cambio Climático, de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, y el Grupo de Investigación e Innovación en Educación, de la Escuela de Humanidades y Educación, del Tecnológico de Monterrey.

Los cursos se imparten a través de las plataformas abiertas MéxicoX y EdXSe han diseñado e implementado 12 MOOC en cuatro tipos de cursos que van desde conocimientos generales, básicos teóricos, teórico-experimentales, hasta especializados. Un aspecto sustancial ha sido el integrar innovaciones de tendencias educativas en los MOOC y antologías con recursos educativos abiertos (Figura 1.3). Es importante señalar que los recursos que se han diseñado para los MOOC se certificaron con licenciamiento abierto y se encuentran disponibles en el repositorio institucional del Tecnológico de Monterrey (RITEC), con acceso abierto al mundo.

Los MOOC han contribuido con la formación de recursos humanos a nivel internacional, han participado más de 200000 de más de

MOOC	ANTOLOGÍA REA
Energías convencionales, limpias y su tecnología	http://temoa.info/es/node/768242
Energía: pasado, presente y futuro	http://temoa.info/es/node/768241
La Reforma Energética de México y sus oportunidades	http://temoa.info/es/node/768430
La nueva industria eléctrica en México	http://temoa.info/es/node/768244
Energía eléctrica: conceptos y principios básicos	http://temoa.info/es/node/768524
Ahorro de energía	http://temoa.info/es/node/768499
Mercados de carbono: una forma de mitigar el cambio climático	http://temoa.info/es/node/768527
Mercados de energía: oportunidades de negocio	http://temoa.info/es/node/768506
Transmisión de energía eléctrica	http://temoa.info/es/node/766262
Distribución de la energía eléctrica	http://temoa.info/es/node/776644
Smart grid: fundamentos técnicos	http://temoa.info/es/node/782631
Smart grid: las redes eléctricas del futuro	http://temoa.info/es/node/782630

Figura 1.3. Integración de antologías con REA en los cursos MOOC del Laboratorio Binacional.



Figura 1.4. Certificados profesionales «Sustentabilidad energética y la Smart grid».

50 países. Se han entregado Certificados Profesionales «Sustentabilidad energética y la Smart grid» en la plataforma edX, para más de 3mil participantes (Figura 1.4). Empresas públicas de otros países (Colombia), han manifestado el interés en hacer convenio para vincularse y formar a más de 10000 colaboradores de las Empresas Públicas de Medellín.

Los temas de investigación educativa que se abordan en el subproyecto son de innovación y tecnología educativa (Figura 1.5).

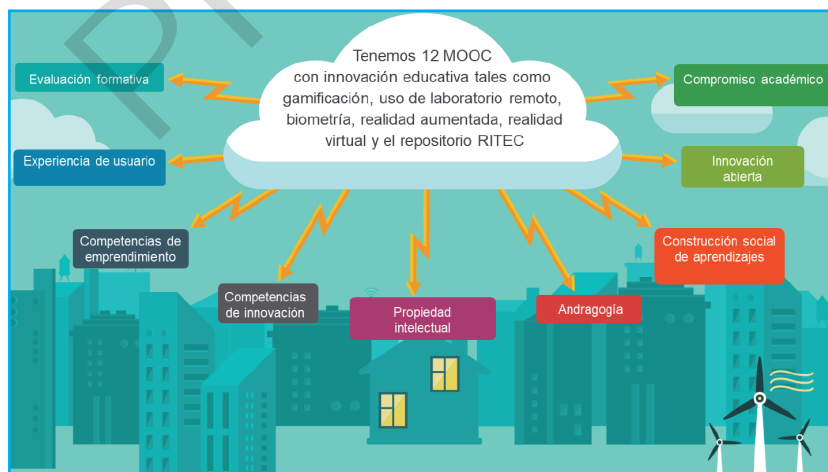


Figura 1.5. Mapeo de investigación educativa realizada en el subproyecto.

Con la coautoría de profesores investigadores y estudiantes de posgrado de los grupos de investigación de cambio climático y de innovación educativa, se han publicado dos libros (Figura 1.6) y el escrito donde se presenta este capítulo constituye el tomo tres (2019).

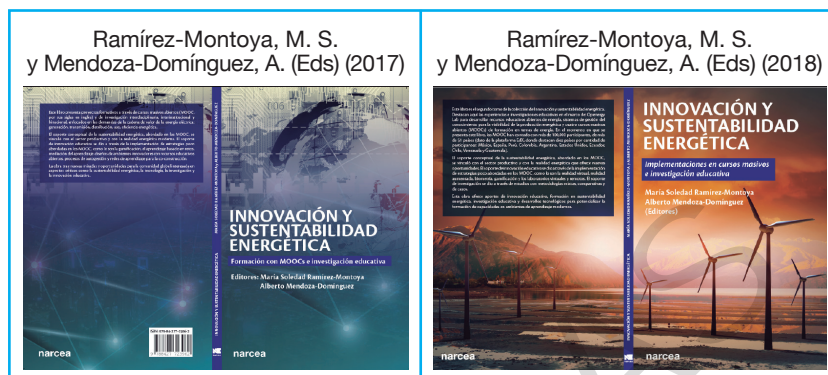


Figura 1.6. Libros publicados en el subproyecto.

Se han publicado 21 artículos en revistas (Argueta-Velázquez & Ramírez-Montoya, 2017; Beltrán & Ramírez-Montoya, 2019; Cantú, Glasserman y Ramírez-Montoya, 2019; Carrera & Ramírez-Hernández, 2018; Elizondo-García, Schunn y Córdova, 2019; García-González & Ramírez-Montoya, 2019; García Vázquez, Guajardo-Leal & Valenzuela González, 2018; Guajardo-Leal, Navarro-Corona & Valenzuela-González, 2019; Guajardo-Leal, Valenzuela & Scott, *In Press*; González-Pérez, Ramírez-Montoya & García-Peñalvo, 2018; Quiliano-Terreros, Ramirez-Hernandez y Barniol, 2019; Navarro-Corona y Ramírez-Montoya, 2018; Ramírez-Montoya, 2018; Ramírez-Montoya & García-Peñalvo, 2018; Ramírez-Ramírez & Ramírez-Montoya, 2018; Rincón-Flores, Mena, Ramírez & Ramírez-Montoya, *In Press*; Rojas-López, Rincón-Flores, Ramírez-Montoya, Mena & García-Peñalvo, *In Press*; Romero, Ramírez-Montoya & González, 2019; Torres-Toukoumidis, Ramírez-Montoya & Romero-Rodríguez, 2018; Valdivia Vázquez, Ramírez-Montoya & Valenzuela-González, 2018; Velásquez-Duran & Ramírez-Montoya, 2018).

Se han diseminado los resultados de investigación del subproyecto a través de 28 ponencias y proceeding de congresos y conferencias especializadas en innovación educativa (Assaf, 2019; Assaf & Ramírez-Hernández, 2018; Assaf, Ramírez-Hernández & Glasserman, 2018; Carrillo Rosas & Ramírez-Montoya, 2016; Castañeda & Valerio Ureña, 2018; Elizondo-García, 2019; Elizondo-García & Gallardo-Córdova, 2017; Elizondo-García & Gallardo-Córdova, 2018; Elizondo-García, Córdova & Schunn, 2018; González-Pérez, Ramírez-Montoya & García-Peñalvo, 2016a, 2016b, 2017, 2018; González-Pérez, Ramírez-

Montoya, Mercado Varela, Juárez Ibarra & Ceballos, 2017; González-Pérez, Ramírez-Montoya, García-Peñalvo & Quintas, 2017; González-Pérez, Ramírez-Montoya, García-Peñalvo, Valenzuela-González & Pinto-Llorente, 2018; Guajardo-Leal, 2019; Guajardo-Leal & Valenzuela-González, 2017a, 2017b; Macías-García & Rincón-Flores, 2019; Mena, Ramírez-Montoya & Rodríguez Arroyo, 2016; Mena, Rincón-Flores, Ramírez & Ramírez-Montoya, 2018; Minga Vallejo, Ramírez-Montoya & Rodríguez-Conde, 2016; Rincón-Flores, Ramírez-Montoya & Mena, 2016a, 2016b; Riofrío Calderón, Ramírez-Montoya & Rodríguez-Conde, 2016; Valenzuela Arvizi & Ramírez-Montoya, 2017; Yañez Figueroa, Ramírez-Montoya & García-Peñalvo, 2016a, 2016b).

Se han realizado 13 estancias académicas en universidades de: América (4 de ellas en University of California, Berkeley; 1 en Universidad de Pittsburgh), Europa (1 en University of Leeds, Inglaterra; 1 en Universidad Twente, Holanda; 1 en Universiteit Van Amsterdam, Holanda; 1 en Glasgow Caledonian University, Escocia; 1 en Teams Labs Madrid, España) y Asia (1 en Keio University, Japón; 1 en Tohoku University, Japón; 1 en Mahatma Gandhi Institute of Education for Peace and Sustainable Development, India) (Figura 1.7).



Figura 1.7. Estancias académicas en el subproyecto.

Se llevó a cabo un laboratorio de innovación social aplicado en una *Semana-i* del Tecnológico de Monterrey, donde se convocó a estudiantes universitarios para participar en el OpenenergyLab: Laboratorio de recursos educativos abiertos en sustentabilidad energética (Ricaurte, 2017). 120 estudiantes de diferentes disciplinas produjeron 36 Recursos educativos abiertos para la sustentabilidad energética (Ramírez-Montoya, 2017).

Se ha contribuido con más de 1200 recursos educativos abiertos en materia de energía, tanto científicos como académicos, que han sido alojados en el repositorio institucional del Tecnológico de Monterrey (RITEC). Además, se trabajó con un proyecto derivado (aumento de la visibilidad de RITEC mejorando la experiencia de usuario y su interoperabilidad con el Repositorio Nacional) financiado también por CONACYT, donde se digitalizaron más de 3500 tesis de posgrado. Estos REA, junto con los que se construyeron en el OpenergyLab vienen a contribuir con un aporte importante para la educación abierta. Se ha estado trabajando en la constante preparación de recursos en formato para ser depositados en RITEC, así como en la documentación de metadatos y carga masiva (ver Figura 1.8).



Figura 1.8. Repositorio RITEC con REA del proyecto binacional (<https://repositorio.itesm.mx/discover?scope=%2F&query=266632&submit=/>).

Aportes a la innovación abierta

Este proyecto aporta en la categoría de Innovación abierta, entendida como la que brinda nuevos aportes a la educación abierta. El *Open Education Consortium* (2019) la enuncia como las ideas o soluciones que presentan aplicaciones de innovación de recursos educativos abiertos (REA) para crear nuevas oportunidades o directrices para los retos existentes de la educación abierta.

En el proyecto se trabajó con nuevas aproximaciones de educación abierta, integrando soluciones de formación y aplicando REA a través de 12 MOOC con estrategias innovadoras, donde se crearon nuevas oportunidades de emprendimiento para el reto de la sustentabilidad energética.

La vinculación de la innovación abierta se dio con la cuádruple hélice:

- *Empresa* (Comisión Federal de Electricidad).
- *Gobierno* (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Secretaría de Energía de México).
- *Academia* (instituciones mexicanas: Tecnológico de Monterrey, Tecnológico Nacional de México, Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias e instituciones internacionales: Universidad Estatal de Arizona, y Universidad de California en Berkeley; así como redes: grupos de investigación de enfoque estratégico de cambio climático y de investigación de innovación educativa, Red Openenergy y Cátedras UNESCO/ICDE Movimiento Educativo Abierto para América Latina).
- *Sociedad Civil* (más de 200000 participantes de más de 50 países).

En innovación educativa, se contribuyó con la integración de recursos y estrategias novedosas (biometría, gamificación, retos, laboratorios virtuales y remotos y recursos educativos abiertos) en los MOOC. La construcción colaborativa y multidisciplinar, se evidenció con trabajo del Grupo de Energía y Cambio Climático, del Grupo de Investigación e Innovación en Educación, del equipo creativo de ambientes de aprendizaje del Tecnológico de Monterrey, de la Red Openenergy y de las Cátedras UNESCO/ICDE Movimiento Educativo Abierto para América Latina.

En la educación abierta los aportes se dan a través de la formación con 12 MOOC que se implementan a través de las plataformas abiertas MéxicoX y EdX. Los MOOC han contado con más de 200,000 participantes, de más de 50 países. Como resultado y contribución a la educación abierta, este proyecto genera nuevas aproximaciones a la innovación abierta a través del desarrollo de talento emprendedor y aportes al conocimiento de innovación educativa abierta.

También genera nuevas oportunidades de productos y servicios, tales como innovaciones educativas para ambientes con tecnologías abiertas, servicios y estrategias para innovación abierta, modelos formativos con tecnologías, nuevos servicios para innovación abierta, nuevos instrumentos de medición de innovaciones abiertas, servicios de formación: talleres, diplomados, certificados y consultorías. Con el proyecto se aporta a la innovación abierta a través de la transferencia y vinculación con Gobierno, Empresas, Instituciones, ONG y Sociedad Civil.

Aportes a la investigación abierta

Esta iniciativa de investigación abierta contempla estudios integrados de innovación educativa en cursos masivos abiertos y sistemas de repositorios abiertos. Las investigaciones contribuyen con la educación abierta al analizar la efectividad de estrategias, recursos y aprendizajes en entornos abiertos, así como los retos de la integración de innovación

educativa en sistemas tecnológicos, donde las plataformas y tecnologías abiertas aún no alcanzan su potencial de accesibilidad, usabilidad y disponibilidad de los REA.

Este proyecto aporta en la categoría de investigación abierta. El Open Education Consortium (2019) lo enuncia como estudios o investigaciones acerca de educación abierta y/o áreas relacionadas. Un estudio o iniciativa puede ayudar a entender y demostrar la efectividad relacionada a los retos de descubrimiento, presentación, usabilidad, accesibilidad o disponibilidad de REA.

El proyecto destaca estudios que se llevan a cabo por parte de investigadores, estudiantes de maestría y estudiantes de dos programas doctorales (México y España) que participan en el Grupo de investigación de Innovación Educativa, en la Red Openenergy y en las Cátedras UNESCO/ICDE Movimiento Educativo Abierto para América Latina. Las investigaciones se apoyan por dos proyectos financiados con fondos públicos, otorgados por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México:

- «Bi-National Laboratory on Smart Sustainable Energy Management and Technology Training».
- «Aumento de la visibilidad de RITEC mejorando la experiencia de usuario y su interoperabilidad con el Repositorio Nacional».

Las actividades de investigación se realizan en red, con colaboración, apertura del conocimiento, experimentación e investigación de educación abierta. Los resultados dan cuenta de 5 alumnos titulados de maestría, 3 titulados de doctorado. Se realizaron 13 estancias internacionales, 1 de networking y se cuenta con una producción de 21 artículos, 28 ponencias, 12 capítulos y 2 libros.

Este proyecto contribuye con la investigación abierta, con el desarrollo de talento, el conocimiento científico de innovación educativa en educación abierta, publicaciones abiertas, mapeos sistemático de literatura y revisiones sistemáticas de literatura. El conocimiento generado apoya al grupo de investigadores para ofrecer productos y servicios de educación abierta, tales como innovaciones educativas para ambientes abiertos con tecnologías, servicios y estrategias para ciencia abierta, laboratorio de innovación social y consultoría en investigación educativa y educación abierta.

El conocimiento generado da la posibilidad para abrir portafolios donde se transfiera el conocimiento, a través de algunas posibilidades como: modelos formativos con tecnologías, nuevos servicios para ciencia abierta, nuevos instrumentos de medición de innovaciones OpenLabs, servicios de formación: talleres, diplomados, certificados y consultorías, laboratorio de investigación y ciencia abierta en educación y LivingLabs sustentables, entre otros. La transferencia puede realizarse hacia los sectores del Gobierno, las Empresas, Instituciones, ONG y Sociedad en general.

Aportes a la ciencia abierta

Este proyecto contribuye con la categoría de ciencia abierta. La Open Education Consortium (2019) destaca la excelencia en las iniciativas de ciencia abierta y las identifica con prácticas en las cuales unos y otros pueden colaborar y contribuir, donde los datos son abiertos, los laboratorios trabajan con apertura y se usan procesos metodológicos libres y disponibles abiertamente. Esto puede incluir contribuciones a través de la ciencia ciudadana.

El proyecto aquí presentado resalta los excelentes resultados de visibilidad y apertura de la ciencia generada como aporte de los dos proyectos financiados con fondos públicos otorgados por parte del CONACYT. Estos proyectos se encaminaron a apoyar la normativa nacional de acceso abierto que se indica en la Ley General de Educación y en la Ley Orgánica del CONACYT, artículo 65:

«Por Acceso Abierto se entenderá el acceso a través de una plataforma digital y sin requerimientos de suscripción, registro o pago, a las investigaciones, materiales educativos, académicos, científicos, tecnológicos y de innovación, financiados con recursos públicos o que hayan utilizado infraestructura pública en su realización, sin perjuicio de las disposiciones en materia de patentes, protección de la propiedad intelectual o industrial, seguridad nacional y derechos de autor, entre otras, así como de aquella información que, por razón de su naturaleza o decisión del autor, sea confidencial o reservada».

El objetivo del proyecto buscó que los investigadores, estudiantes de pregrado y posgrado, así como académicos, colaboradores de empresas y sociedad civil, que participan en los dos proyectos, incorporen el uso de las prácticas de acceso abierto del modelo de gestión de producción científica y académica del Tecnológico de Monterrey, con el fin de apoyar la política de acceso abierto del CONACYT orientada a incrementar la apropiación social del conocimiento científico y tecnológico.

El modelo de gestión de la producción científica generada por la comunidad académica del Tecnológico de Monterrey, involucra la producción de recursos educativos abiertos (REA), la selección de REA, el uso del Repositorio Institucional (RITEC) y la movilización en prácticas abiertas, como mecanismo para dar visibilidad a la producción académica y científica, así como la consolidación de la identidad digital de la Institución y de sus Investigadores, encaminada a fortalecer la cultura digital y de acceso abierto del conocimiento de la institución y hacerla visible, de manera abierta, para el mundo.

Fue así como, a partir del esquema de prácticas de acceso abierto, en el caso que aquí se presenta, se colaboró y construyó la ciencia con instrumentos abiertos, datos abiertos, laboratorios de innovación abierta, y publicaciones abiertas que se encuentran disponibles en el reposi-

torio institucional del Tecnológico de Monterrey, con la disponibilidad abierta de más de 5000 REA.

De importancia sustancial fue la colaboración de redes abiertas (Red Openenergy y de las Cátedras UNESCO/ICDE Movimiento Educativo Abierto para América Latina) y el laboratorio OpenenergyLab.

Como resultado y contribución a la educación abierta, este proyecto genera aportes a la Ciencia abierta a través de evidenciar buena práctica de construcción colaborativa y visibilidad del conocimiento, a través de más de 5000 REA disponibles de manera abierta en el Ritec, construidos en el OpenenergyLab, tesis digitalizadas de posgrado y REA producidos en el laboratorio binacional.

También se aportó a la Ciencia Abierta con un protocolo de evaluación de la experiencia de usuario de un modelo de gestión que involucra mecanismos de visibilidad de producción científica, aportando así a la innovación incremental con sistemas abiertos para dar visibilidad al conocimiento y a la ciencia abierta.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La co-construcción que vincule esfuerzos de la sociedad, gobiernos y organizaciones públicas y privadas puede generar valor para la sustentabilidad. En las Figuras 1.3, 1.5 y 1.8 se encuentran elementos que fueron estratégicos para crear entornos flexibles, creativos y abiertos, donde los MOOC partieron de los aportes de la Comisión Federal de Electricidad, la academia y el sector gubernamental con apoyos de SENER y CONACYT. Esto acuerda con oportunidades para el bien común y la justicia energética (Jenkins, Sovacool y McCauley, 2018). La colaboración es sin duda el motor que puede hacer la diferencia para trabajar en cultura energética.

Se requieren estrategias de innovación que posibiliten nuevas respuestas para los problemas actuales y anticipación para generar emprendimientos para la transformación energética. En las Figuras 4, 9 y 10 se ven instancias que apostaron por innovaciones para la formación y para la creación de nuevas certificaciones, así como nuevos productos y servicios. Kramer (2017) insta por innovaciones disruptivas, también Ramírez-Montoya & García-Peñalvo (2018) ven en la innovación abierta oportunidades de creación. La transformación de la energía requiere esas opciones diferenciadoras que aporten valor adicional.

La pregunta que guio el capítulo fue *¿Cómo se refleja la colaboración multidisciplinaria para crear instancias formativas y de investigación sobre sustentabilidad energética que aporte a la innovación, la investigación y la ciencia abierta?* Sin duda se refleja a partir del trabajo en red, donde la interdisciplinariedad puede llevar a generar esas posibilidades de mayor proyección e impacto. En las Figuras 1.1, 1.2, 1.5, 1.6 y 1.7 se

plantearon estas colaboraciones, donde se unen las capacidades individuales por un bien mayor. Nowotnya, *et al.* (2018) invitan a formular programas formativos que lleven al desarrollo de nuevos materiales para sistemas y dispositivos de conversión de energía más eficientes. Los saberes de expertos en energía, con expertos en innovación educativa han sido elemento clave en este proyecto que se ha encaminado a formar en sustentabilidad energética.

Este escrito presentó evidencia empírica de aporte a la innovación abierta, la investigación abierta y la ciencia abierta, que puede ser de valor para tomadores de decisiones, autoridades gubernamentales, innovadores, comunidad académica, organismos públicos o privados, interesados en el desarrollo de cultura energética, investigación e innovación educativa. Se abren invitaciones a seguir buscando esas sinergias que generen oportunidades para la cultura energética; estudios y experiencias donde se analicen diversos sectores (no solo el eléctrico), serán sustanciales para el desarrollo sustentable de nuestras comunidades.