

Innovación abierta, interdisciplinaria y colaborativa para formar en sustentabilidad energética a través de MOOCs e investigación educativa

Open, interdisciplinary and collaborative innovation to train in Energy Sustainability through MOOCs and educational research

María Soledad Ramírez-Montoya

Escuela de Humanidades y Educación, Tecnológico de Monterrey (México)

solramirez@tec.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1274-706X>

Resumen

La sustentabilidad energética es un reto global y el ámbito formativo tiene una gran oportunidad para aportar formación con esfuerzos compartidos. El objetivo de este artículo es presentar los avances que se han realizado en la formación a través de cursos masivos abiertos (MOOC, por sus siglas en inglés) e investigación educativa, en el ámbito de un proyecto: Laboratorio Binacional para la Gestión Inteligente de la Sustentabilidad Energética y Formación Tecnológica. Se usó la metodología de estudio de caso para presentar el subproyecto "Innovación abierta, interdisciplinaria y colaborativa para formar en sustentabilidad energética a través de MOOCs e investigación educativa". El caso se presenta en cinco categorías: presentación de avances, principales logros e impactos, áreas de oportunidad/riesgos a futuro, estrategias de cumplimiento y portafolio de productos/servicios. Los hallazgos dan cuenta de evidencias de co-construcción, innovación, trabajo en red e interdiscipliniedad. El aporte del artículo radica en presentar evidencia empírica que puede ser de valor para quienes toman decisiones: autoridades gubernamentales, innovadores, comunidad académica, organismos públicos o privados, interesados en el desarrollo de cultura energética, investigación e innovación educativa.

Palabras Clave

MOOC; Innovación abierta; Sustentabilidad energética; Interdiscipliniedad; Red Openenergy

Abstract

Energy sustainability is a global challenge and the training environment has a great opportunity to contribute with shared efforts. The objective of this article is to present the advances that have been made in training through massive open online courses (MOOC) and educational research, in the field of a project: Binational Laboratory for the Intelligent Management of Energy Sustainability and Technological Training. The case study methodology was used to present the subproject "Open, interdisciplinary and collaborative innovation to train in energy sustainability through MOOCs and educational research". The case is presented in five categories: presentation of progress, main achievements and impacts, areas of opportunity / future risks, compliance strategies and portfolio of products / services. The results show evidence of co-construction, innovation, networking and interdisciplinarity. The contribution of the article lies in presenting empirical evidence that can be of value to decision makers, government authorities, innovators, academic community, public or private organizations, interested in the development of energy culture, research and educational innovation.

Keywords

MOOC; Open innovation; Energy sustainability; Interdisciplinary; Openenergy Network

Recepción: 5-11-2018

Revisión: 29-11-2018

Aceptación: 9-12-2018

Publicación: 31-12-2018

1. Introducción: Hacia una cultura energética

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 que es necesario que dichas decisiones ayuden a obtener ciudades flexibles. Además, abordar la formación de cultura energética implica hablar de un derecho social, donde la justicia energética lleva aparejado 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 redes internacionales de conocimiento resulta decisiva para el desempeño innovador (Kalthaus & Graf, 2016). Por ejemplo, Nowotnya et al. (2018) postulan 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 y Sein-Echaluze (2017) presentan experiencias en este sentido a través de cursos masivos abiertos; mientras que Axon et al. (2018) analizan los factores que hacen exitosa a una iniciativa de cambio de comportamiento, con un enfoque especial en los movimientos en pro a la sostenibilidad. La combinación de saberes disciplinares y la globalidad pueden contribuir con aportes para un desarrollo sostenible.

En esta búsqueda de sinergias 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), puesto en marcha a través del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), en colaboración con otras instituciones de educación superior nacionales e internacionales (Figura 1). El líder del proyecto del Laboratorio Binacional es Arturo Molina-Gutiérrez (que ocupa también el puesto de Vicerrector de Investigación del Tecnológico de Monterrey).



Figura 1. Portal web del Laboratorio Binacional para la Gestión Inteligente de la Sustentabilidad Energética y la Formación Tecnológica (<http://energiablab.tec.mx>).

Este artículo se enmarca dentro de este macro proyecto, en el subproyecto “Innovación abierta, interdisciplinaria y colaborativa para formar en sustentabilidad energética a través de MOOCs e investigación educativa”. Su objetivo 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) (García-Peñalvo et al., 2017, 2018) e investigación educativa, en el ámbito del macroproyecto, tras dos años de su inicio. El trabajo se estructura en tres apartados: metodología, con cinco categorías: presentación de avances, principales logros e impactos, áreas de oportunidad/riesgos a futuro, estrategias de cumplimiento y portafolio de productos/servicios; sigue la discusión y luego las conclusiones, como cierre del artículo.

2. Método de investigación con estudio de casos

El método utilizado para este artículo 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 MOOCs 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 caso como diseño de investigación implica el estudio intensivo de diversos aspectos de un mismo fenómeno. El caso en este escrito presenta cinco elementos: presentación de avances, principales logros e impactos, áreas de oportunidad/riesgos a futuro, estrategias de cumplimiento y portafolio de productos/servicios. 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. Los especialistas en metodología (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 MOOCs 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 validarlos a través de los procesos de certificación de competencias.

3.1. Presentación de avances.

En la formación de talento especializado participan 7 estudiantes del Doctorado de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (tesis en proceso); 7 estudiantes de las Maestrías en Educación y de la Maestría en Tecnología Educativa del Tecnológico de Monterrey (cinco tesis ya tituladas: 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 (una tesis ya culminada: Rincón-Flores, 2018). 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 2. Red Openenergy del Laboratorio Binacional

Otra área de formación importante se da a través de los MOOC del Laboratorio Binacional. Para ello, el proyecto contempló el dotar 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 3), y se compró equipo para la producción de MOOC; (b) también se dotó de equipo de producción audiovisual a otra de las instituciones asociadas, el Tecnológico Nacional. En ambos casos 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).

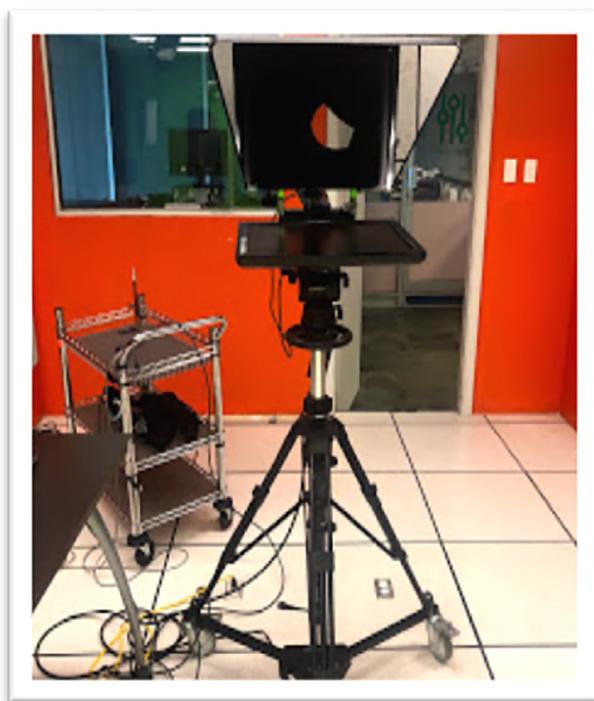


Figura 3. Equipo de producción audiovisual portátil

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 EdX. Se han diseñado e implementado 12 MOOC en cuatro tipo de cursos, que van desde conocimientos generales, básicos teóricos, teórico experimentales, hasta especializados. En la Figura 4 se presenta el plan sugerido. Hasta la fecha n que se publica este escrito, han participado más de 140.000 personas.

Secuencia sugerida para tomar los cursos

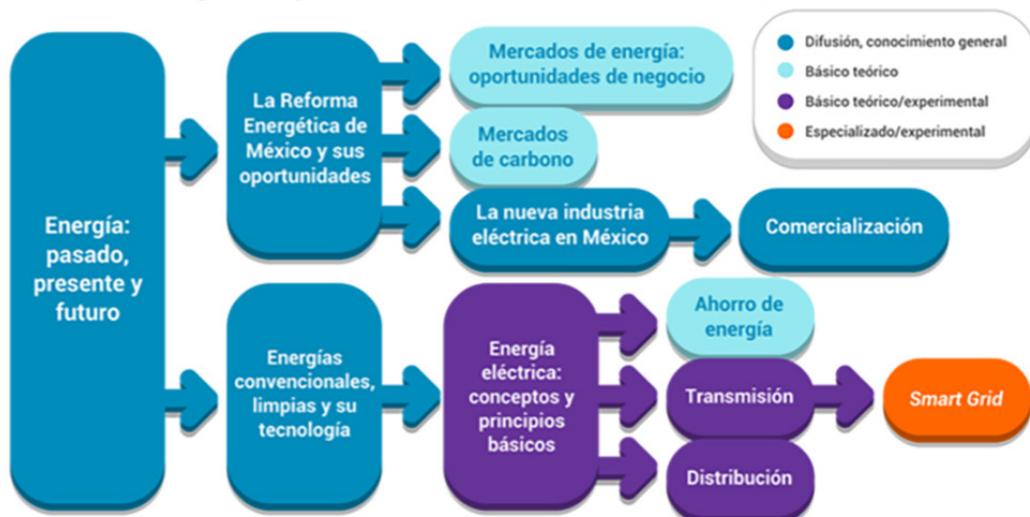


Figura 4. MOOCs del Laboratorio Binacional y plan sugerido.

Un aspecto sustancial ha sido el integrar innovaciones de tendencias educativas en los MOOC (Figura 5) y antologías con recursos educativos abiertos (Figura 6). 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), en acceso abierto.



Figura 5. Incorporación de tendencias educativas en los MOOC del Laboratorio Binacional.

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/776262
Distribución de la energía eléctrica	http://temoa.info/es/node/776644
Smart grid: fundamentos técnicos	http://temoa.tec.mx/es/node/782631
Smart grid: las redes eléctricas del futuro	http://temoa.tec.mx/es/node/782630

Figura 6. Integración de antologías con REA en los cursos MOOCs del Laboratorio Binacional.

Los MOOC han contribuido a la formación de recursos humanos a nivel internacional. Como se ha dicho, han participado más de 140.000 personas, procedentes de más de 50 países. Se han entregado Certificados Profesionales “Sustentabilidad energética y la Smart grid” en la plataforma edX, para más de 3mil participantes (Figura 7). Empresas públicas de otros países, como Colombia, han manifestado el interés en firmar un convenio para vincularse y formar a más de 10.000 colaboradores de las empresas públicas de Medellín.



Figura 7. Certificados profesionales “Sustentabilidad energética y la Smart grid”.

Los temas de investigación educativa que se abordan en el subproyecto son de innovación y tecnología educativa (Figura 8).

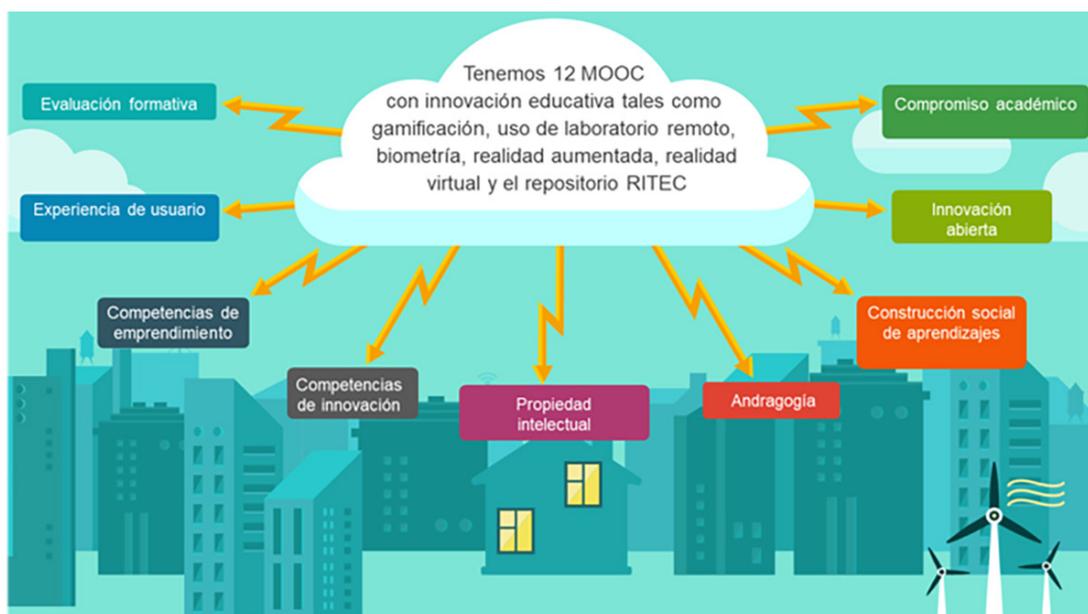


Figura 8. Mapeo de investigación educativa realizada en el subproyecto.

Se han publicado dos libros con la coautoría de profesores investigadores y estudiantes de posgrado de los grupos de investigación de cambio climático y de innovación educativa (Figura 9) y un tercer tomo saldrá en 2019.



Figura 9. Libros publicados en el subproyecto.

Se han publicado nueve artículos en revistas (Argueta-Velázquez & Ramírez-Montoya, 2017; Beltrán & Ramírez-Montoya, 2019; Carrera & Ramírez-Hernández, 2018; Guajardo-Leal, Navarro-Corona & Valenzuela-González, 2019; González-Pérez, Ramírez-Montoya & García-Peñalvo, 2018; Ramírez-Montoya & García-Peñalvo, 2018; Ramírez-Ramírez & Ramírez-Montoya, 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

24 ponencias y proceeding de congresos y conferencias especializadas en innovación educativa (Assaf & Ramírez-Hernández, 2018; Assaf, Ramírez-Hernández & Glasserman, 2018; Carrillo Rosas & Ramírez-Montoya, 2016; Castañeda & Valerio Ureña, 2018; Elizondo-García & Gallardo-Córdova, 2017; Elizondo-García & Gallardo-Córdova, 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; Gonzalez-Perez, Ramírez-Montoya, García-Peñalvo, Valenzuela-González & Pinto-Llorente, 2018; Guajardo-Leal & Valenzuela-González, 2017a, 2017b; Mena, Ramírez-Montoya & Rodríguez Arroyo, 2016; Riofrío Calderón, Ramírez-Montoya & Rodríguez-Conde, 2016; Mena, Rincón-Flores, Ramírez & Ramírez-Montoya, 2018; Minga Vallejo, Ramírez-Montoya & Rodríguez-Conde, 2016; Rincón-Flores, Ramírez-Montoya & Mena, 2016a, 2016b; Valenzuela Arvizi & Ramírez-Montoya, 2017; Yañez Figueroa, Ramírez-Montoya & García-Peñalvo, 2016a, 2016b).

Se han realizado 13 estancias académicas en universidades: cinco en América (cuatro de ellas en Berkeley, University of California; y otra en la Universidad de Pittsburgh); cinco en Europa (University of Leeds, Inglaterra; Universidad Twente, Holanda; Universiteit Van Amsterdam, Holanda; Glasgow Caledonian University, Escocia; y Teams Labs Madrid, España); y tres en Asia (Keio University, Japón; Tohoku University, Japón; Mahatma Gandhi Institute of Education for Peace and Sustainable Development, India). Véase Figura 10.



Figura 10. 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 (Figura 11) 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).



Figura 11. Póster para invitar al Laboratorio de Innovación Social.

Se ha contribuido con 965 recursos educativos abiertos en materia de energía, tanto científicos como académicos, que han sido alojados en el repositorio institucional del Tecnológico de Monterrey (RITEC). 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 12).

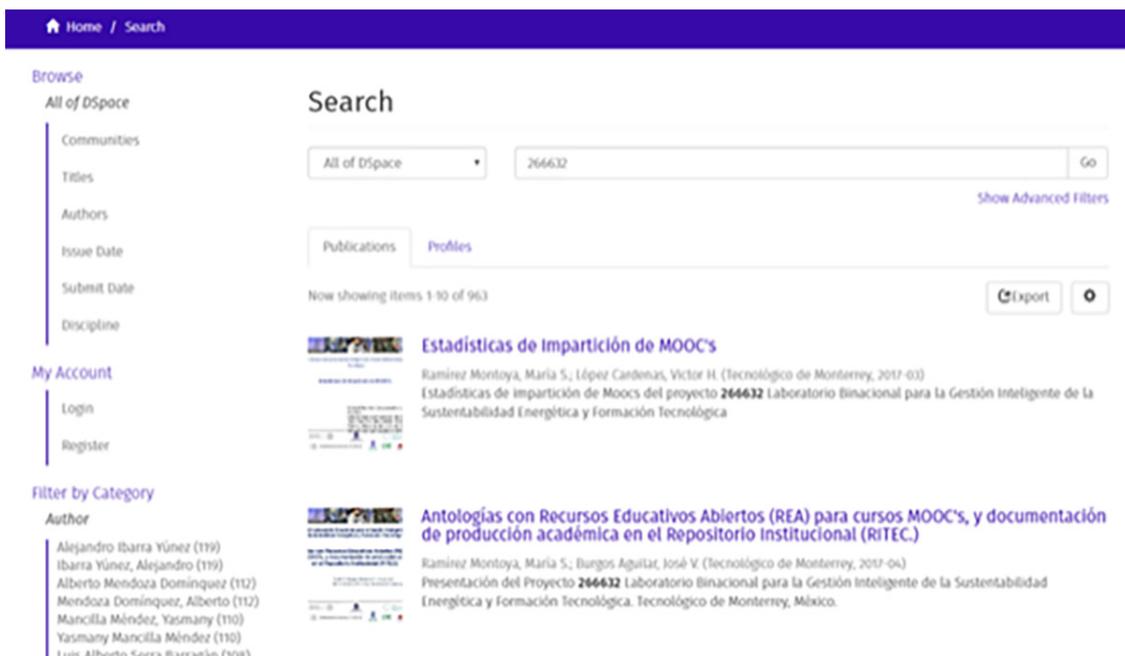


Figura 12. Repositorio RITEC con REA del proyecto binacional (<https://repositorio.itesm.mx/discover?scope=%2F&query=266632&submit=/>)

3.2. Áreas de oportunidad y riesgos a futuro

Sustancialmente se detectan cinco indicadores del proyecto donde se corren riesgos a futuro. En el ámbito de los MOOC algunas plataformas abiertas no cuentan con funcionalidades para implementar innovaciones educativas, por ejemplo, biometría, y las actualizaciones de las plataformas requieren de un mantenimiento continuo de los contenidos de los cursos. Para continuar ofreciendo los cursos se requiere de la participación de profesor experto, equipo de e-learning, así como tutores para la actualización y seguimiento en la impartición, de lo contrario se tendrían que archivar los cursos. Otro riesgo está en que no hay certidumbre de que la plataforma MéxicoX vaya a continuar (principalmente por cambio de gobierno en México), por lo que en la etapa final del proyecto solo se ofrecerán los cursos en la plataforma edX.

En el ámbito de la investigación educativa, los tiempos son críticos para alcanzar los indicadores de publicación de artículos, las estancias académicas y el uso potencial del RITEC para visibilidad de producción científica y académica del proyecto binacional.

3.3. Estrategias de cumplimiento

Para incorporar innovaciones educativas en los MOOC se hicieron desarrollos fuera del entorno de la plataforma abierta, al tiempo que se realiza un continuo monitoreo de la actualización de las funcionalidades de la plataforma, se toman cursos de capacitación y se monitorea la experiencia de los participantes en los cursos. A futuro se requiere buscar recursos institucionales y financiación externa para continuar con la impartición de los cursos.

En el área de la investigación educativa se ha trabajado en la coordinación entre investigadores y estudiantes para la revisión de los instrumentos del proyecto y potenciar estudios y publicaciones. Se ha solicitado también mayor apoyo institucional para las publicaciones del proyecto. En la formación de los estudiantes de posgrado se plantea la participación de alumnos doctorales en el Consorcio doctoral TEEM 2019, para ello contarán con cursos de formación que los ayuden a preparar sus propuestas de ponencias para el evento. Para potenciar la documentación y diseminación de los productos del proyecto en RITEC, se pretende seguir promocionando el curso-taller para potenciar la visibilidad de la producción científica y académica a través del RITEC.

3.4. Portafolio de productos y servicios

El líder del proyecto del Laboratorio Binacional, Arturo Molina-Gutiérrez, invita a contemplar el conocimiento generado en el proyecto y, a partir de ahí, promover estrategias de impacto para visualizar nuevos servicios y productos que sean de valor para la sociedad y que sean transferibles a los sectores públicos y privados. En base a ello, se plantean en este caso portafolios, tanto para los MOOC en innovación educativa (Figura 13), como en investigación educativa (Figura 14).

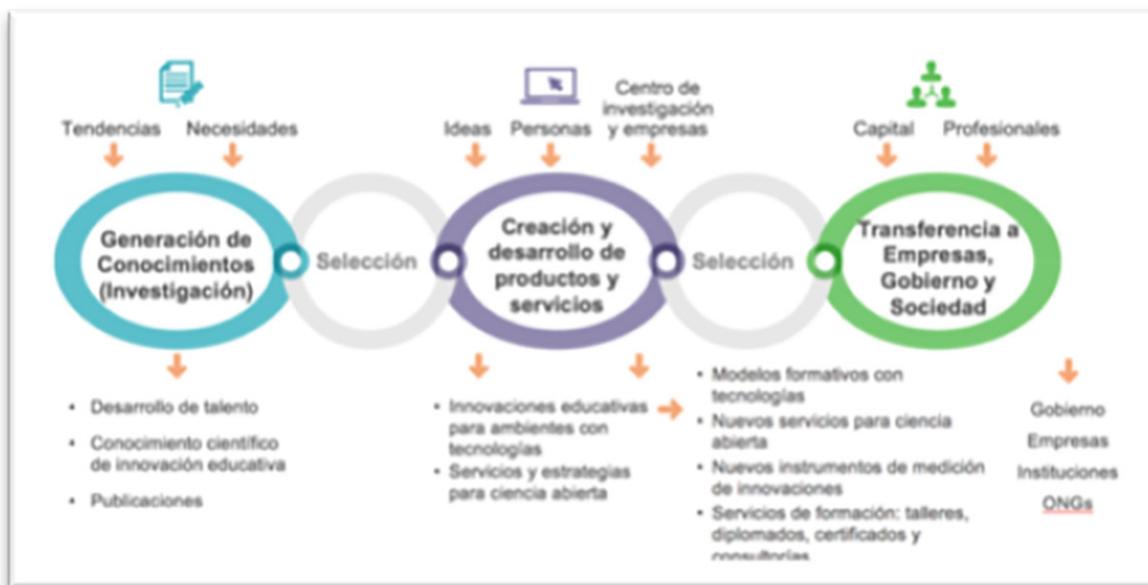


Figura 13. Portafolio de productos y servicios para la innovación educativa.

Conocimiento generado	Creación de productos y servicios	Portafolio	Sectores potenciales de transferencia
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de talento Conocimiento científico de innovación educativa Publicaciones Mapeos sistemático de literatura Revisiones sistemáticas de literatura 	<ul style="list-style-type: none"> Innovaciones educativas para ambientes con tecnologías Servicios y estrategias para ciencia abierta Laboratorio de innovación social Consultoría en investigación educativa 	<ul style="list-style-type: none"> 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 LivingLabs sustentables 	<ul style="list-style-type: none"> Gobierno Empresas Instituciones ONGs Sociedad en general

Figura 14. Portafolio de productos y servicios para la investigación educativa.

4. Discusión y conclusiones

La co-construcción que vincule esfuerzos de la sociedad, gobiernos y organizaciones públicas y privadas puede generar valor para la sustentabilidad (García-Peñalvo, Conde, Johnson & Alier, 2013). En las Figuras 4, 6 y 12 se hallan aportes 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. Lo que logra oportunidades para el bien común y la justicia energética (Jenkins, Sovacool & McCauley, 2018). La colaboración es sin duda el motor que puede propiciar el cambio para trabajar en cultura energética.

Se requieren estrategias de innovación que posibiliten nuevas respuestas ante los problemas actuales y anticipación para generar emprendimientos para la transformación energética. En las Figuras 5, 7, 13 y 14 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 y García-Peñalvo (2018) ven en la innovación abierta oportunidades de creación. La transformación de la energía requiere esas opciones diferenciadoras que aporten valor adicional.

Y, finalmente, sin duda el trabajo en red y la interdisciplinariedad puede llevar a generar esas posibilidades de mayor proyección e impacto. En las Figuras 1, 8, 9 y 11 se plantean 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 elementos clave en este proyecto que se ha encaminado a formar en sustentabilidad energética.

Este escrito presenta evidencia empírica que puede ser de valor para quienes toman 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 sostenible de nuestras comunidades.

5. Reconocimientos

Este artículo es un producto del Proyecto 266632 «Laboratorio Binacional para la Gestión Inteligente de la Sustentabilidad Energética y la Formación Tecnológica», financiado por el Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Sustentabilidad Energética (Acuerdo: S0019-2014- 01).

Este trabajo se sustenta en el trabajo colaborativo e interdisciplinar de la comunidad académica, gubernamental y empresarial. Se agradece el intenso esfuerzo y apoyo para hacer posible esta contribución.

6. Referencias

Argueta Velázquez, M. G. (2017). *Innovación en el diseño instruccional de cursos masivos abiertos con gamificación y REA para formar en sustentabilidad energética*. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Retrieved from <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/627961>

Argueta-Velázquez, M. G. & Ramírez-Montoya, M. S. (2017). Innovación en el diseño instruccional de cursos masivos abiertos con gamificación y REA para formar en sustentabilidad energética. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(4), 75-96. doi:<https://doi.org/10.14201/eks20171847596>

Assaf, N. & Ramírez-Hernández, D. (2018). Instructional & technological design for technologically mediated learning milieus, an answer for open technological integration of online lab in today's stem classroom. In *Edulearn18 Proceedings*. Palma de Mallorca, España. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/630106>

Assaf, N., Ramírez-Hernández, D. & Glasserman, L. (2018). Effective Completion Rate Design for MOOCs of the Binational Laboratory for Intelligent Energy Sustainability Management and Technological Training. In *Edulearn18 Proceedings*. Palma de Mallorca, España. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/630107>

Axon, S., Morrissey, J., Aiesha, R., Hillman, J., Revez, A., Lennon, B. & Boo, E. (2018). The human factor: Classification of european community-based behaviour change initiatives. *Journal of Cleaner Production*, 182, 567-586. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.232>

Beltrán-Hernández, M. J. (2018). *Innovación en el diseño instruccional de cursos masivos abiertos (MOOCs) que integra competencias de emprendimiento para formar en sustentabilidad energética*. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Retrieved from <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/630778>

Beltrán-Hernández, M. J. & Ramírez-Montoya, M. S. (2019). Innovación en el diseño instruccional de cursos masivos abiertos (MOOC's) para desarrollar competencias de emprendimiento en sustentabilidad energética. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, *En Prensa*.

Cachay, L. (2018). *Percepción de desarrollo profesional y adquisición de competencias en MOOC de*

sustentabilidad energética. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Carrera, J. M. (2018). *Motivación y Aprendizaje en MOOC con innovación para formar en Sustentabilidad Energética*. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Carrera, J. M. & Ramírez-Hernández, D. (2018). Innovative Education in MOOC for Sustainability: Learnings and Motivations. *Sustainability. Special issue Teaching and Learning for Sustainability*, 10(9), 1-27. doi:<https://doi.org/10.3390/su10092990>

Carrillo Rosas, A. I. & Ramírez-Montoya, M. S. (2016). MOOC as a viable option to energy sustainability and technological training. In *Iceri*. Seville. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/620897>

Castañeda, G. & Valerio Ureña, G. (2018). Reducing national energy illiteracy through MOOC's. In *EdMedia + Innovate Learning Conference 2018*. Amsterdam, Holanda. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/630105>

Denize, S., Simoff, S., Nankani, E. & Young, L. (2008). Evolution of collaborative academic networks. In *Proceedings of the 24th Industrial Marketing and Purchasing Conference (IMP2008)*, held in Uppsala, Sweden, 4-6 September, 2008.

Elizondo Garcia, J. & Edith, K. (2018). Interacción aprendiz-aprendiz y retroalimentación entre pares en MOOC. In *IX Congreso Nacional de Posgrados en Educación*. Monterrey. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/629651>

Elizondo-García, J. & Gallardo- Córdoba, K. E. (2017). Evaluación del aprendizaje en Cursos en Línea Masivos y Abiertos: Un estudio fenomenológico. In *XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa-COMIE*. San Luis Potosí. Retrieved from <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/626599>

García-Peñalvo, F. J., Conde, M. Á., Johnson, M. & Alier, M. (2013). Knowledge co-creation process based on informal learning competences tagging and recognition. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals (IJHCITP)*, 4(4), 18-30. doi:<https://doi.org/10.4018/ijhcritp.2013100102>

García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á. & Sein-Echaluce, M. L. (2017). Los MOOC: Un análisis desde una perspectiva de la innovación institucional universitaria. *La Cuestión Universitaria*, 9, 117-135.

García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á. & Sein-Echaluce, M. L. (2018). An adaptive hybrid MOOC model: Disrupting the MOOC concept in higher education. *Telematics and Informatics*, 35, 1018-1030. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.09.012>

González-Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M. S. & García-Peñalvo, F. J. (2016a). Open access to educational resources in energy and sustainability: Usability evaluation prototype for repositories. In *Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, TEEM 2016*. Salamanca. doi:<https://doi.org/10.1145/3012430.3012654>

González-Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M.S. & García-Peñalvo, F. J. (2016b). Discovery Tools for Open Access Repositories: Literature Mapping. In *Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, TEEM 2016*. Salamanca. doi:<https://doi.org/10.1145/3012430.3012532>

González-Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M. S. & García-Peñalvo, F. J. (2017). Identidad digital 2.0: Posibilidades de la gestión y visibilidad científica a través de repositorios institucionales de acceso abierto. In *Congreso Internacional de ecosistemas del conocimiento abierto (ECA 2017)*. Salamanca. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/626597>

González-Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M.S. & García-Peñalvo, F.J. (2018). User Experience in Institutional Repositories: A systematic Literature Review. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, 9(1), 70–86. doi:<https://doi.org/10.4018/IJHCITP.2018010105>

González-Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M.S., García-Peñalvo, F.J. & Quintas, J. (2017). Usability evaluation focused on user experience of repositories related to energy sustainability: A Literature Mapping. In *Five International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, TEEM 2017*. doi:<https://doi.org/10.1145/3144826.3145385>

González-Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M. S., Mercado Varela, Martín Juárez Ibarra, E. A. & Ceballos, H. G. (2017). Aportes de una herramienta de descubrimiento en un repositorio institucional: un estudio de caso. In *Cuarto Congreso de Innovación Educativa 2017*. Monterrey. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/626596>

Gonzalez-Perez, L. I., Ramírez-Montoya, M.S., García-Peñalvo, F.J., Valenzuela-González, J. R. & Pinto-Llorente, A. M. (2018). Validity and reliability of a survey to know the technological acceptance of an institutional repository: The case of resources on energy and sustainability. In *Sixth Edition Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. Salamanca, España. doi:<https://doi.org/10.1145/3284179.3284228>

Guajardo Leal, B. E. & Valenzuela-González, J. R. (2017a). Transdisciplinary Design of Virtual Learning Environments: The Case of a xMOOC on the Study of Electrical Energy. In *5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (p. 74:1–74:8). Monterrey. doi:<https://doi.org/10.1145/3144826.3145424>

Guajardo Leal, B. L. & Valenzuela-González, J. R. (2017b). Diseño transdisciplinario de ambientes

virtuales de aprendizaje: El caso de un xMOOC sobre el estudio de la energía eléctrica. In *XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa*. San Luis Potosí. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/622677>

Guajardo-Leal, B. E., Navarro-Corona, C. & Valenzuela-González, J. R. (2019). Systematic Mapping Study of Academic Engagement in MOOC. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/11285/632316>

Guajardo-Leal, B.E. (2019). El compromiso del estudiante: factores asociados al éxito académico en xMOOC. Trabajo presentado en el *coloquio doctoral del 49 Congreso de Investigación y Desarrollo* (29 enero-1 febrero, 2019), Tecnológico de Monterrey. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11285/631042>

Jenkins, K., Sovacool, B. & McCauley, D. (2018). Humanizing sociotechnical transitions through energy justice: An ethical framework for global transformative change. *Energy Policy*, 117, 66-74. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.036>

Kalthaus, M. & Graf, H. (2016). International Research Networks: Determinants of Country Embeddedness. *Research Policy*. doi 10.13140/RG.2.2.33453.69607

Kramer, G. (2017). Energy scenarios—Exploring disruption and innovation. *Science Direct*, 37, 247-250.

Mena Marcos, J. J., Ramírez-Montoya, M. S. & Rodríguez Arroyo, J. A. (2016). User's digital competences as perceived In a MOOC Course and it's relation to the use of OER. A possible path to teach energy sustainability. In *9th annual International Conference of Education, Research and Innovation* (p. 5). Seville. Retrieved from <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/620883>

Mena, J., Rincón-Flores, E.G., Ramírez, R. & Ramírez-Montoya, M. S. (2018). The use of gamification as a teaching methodology in a MOOC about the strategic energy reform in México. *MIS4TEL 2018 Conference* (Toledo, Spain, 2018). Disponible en: <http://hdl.handle.net/11285/632424>

Mendizabal, M., Heidrich, O., Feliu, E., García-Blanco, G. & Mendizabal, A. (2018). Stimulating urban transition and transformation to achieve sustainable and resilient cities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 410-418. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.003>

Merriam, S. (2009). *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation*. USA: Jossey-Bass.

Minga Vallejo, R. E., Ramírez-Montoya, M. S. & Rodríguez-Conde, M. J. (2016). Open innovation and social construction through MOOCs of energy sustainability: contributions from theoretical foundation. In *Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, TEEM 2016*. Salamanca. doi:<https://doi.org/10.1145/3012430.3012667>

Nowotnya, J., Dodsonb, J., Fiechterc, S., Gürd T., Kennedye, B., Macykf, W., Baka, T., Sigmundg, W., Yamawakih, M. & Rahmana. K. (2018). Towards global sustainability: Education on environmentally clean energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy*, 81(2), 2541-2551. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.060>

Ramírez-Montoya, M. S. (2014). Investigación con estudio de casos [vídeo]. Retrieved from <http://apps05.ruv.itesm.mx/portal/uvtv/video/video.jsp?folio=5014>

Ramírez-Montoya, M. S. (2017). Resultados de la Semana i 2017: OpenenergyLab Laboratorio de recursos educativos abiertos de sustentabilidad energética. Retrieved from https://youtu.be/_QnCrJvtx1g

Ramírez-Montoya, M. S. & García-Peñalvo, F. J. (2018). Co-creation and open innovation: Systematic literature review. *Comunicar*, 26(54), 09-18. doi:<https://doi.org/10.3916/C54-2018-01>

Ramírez-Montoya, M. S. & Mendoza-Domínguez, A. (Eds) (2017). *Innovación y sustentabilidad energética. Formación con MOOCs e investigación educativa*. Madrid: Narcea.

Ramírez-Montoya, M. S. & Mendoza-Domínguez, A. (Eds.) (2018). *Innovación y sustentabilidad energética: implementaciones con cursos masivos e investigación educativa*. Madrid: Narcea.

Ramírez-Ramírez, L. N., & Ramírez-Montoya, M. S. (2018). El papel de las estrategias innovadoras en educación superior: retos en las sociedades del conocimiento. *Revista de Pedagogía*, 39(104), 147–170.

Ricaurte, P. (2017). *Invitación a Semana i 2017 OpenenergyLab: Laboratorio de recursos educativos abiertos en sustentabilidad energética*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/627925>

Rincón-Flores, E.G. (2018). *Gamificación en ambientes masivos de innovacion abierta en el área de sustentabilidad energética*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca, España.

Rincón-Flores, E. G., Ramírez-Montoya, M. S. & Mena Marcos, J. J. (2016a). Problem-based Gamification on sustainable energy's MOOCs. In *9th annual International Conference of Education, Research and Innovation* (p. 9). Seville. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/620899>

Rincón-Flores, E. G., Ramírez-Montoya, M. S. & Mena Marcos, J. J. (2016b). Challenge-based gamification as a teaching' Open Educational Innovation strategy in the energy sustainability area. In *Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, TEEM 2016*. Salamanca. doi:<https://doi.org/10.1145/3012430.3012658>

Riofrío Calderón, G., Ramírez-Montoya, M. S. & Rodríguez-Conde, M.J. (2016). Mediation practices for learning in MOOC courses to promote open innovation. In *Fourth International Conference*

on *Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. Salamanca. doi:<https://doi.org/10.1145/3012430.3012664>

Shin, J., Kim, C. & Yang, H. (2018). The Effect of Sustainability as Innovation Objectives on Innovation Efficiency. *Sustainability*, 10(6), 1966. doi:<https://doi.org/10.3390/su10061966>

Stake, R. (2007). *Investigación con estudios de casos*. Madrid, España: Morata

Valdivia Vázquez, J. A., Ramírez-Montoya, M. S. & Valenzuela-González, J. R. (2018). Motivation and Knowledge: Pre and Post Assessment of MOOC participants from an Energy and Sustainability Project. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(4), 116–132. doi:<https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i4.3489>

Valenzuela-Arvizu, S. Y. (2018). *Innovación en cursos masivos abiertos con estrategias de gamificación, aprendizaje invertido y por retos, para formar en sustentabilidad energética*. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/632418>

Valenzuela-Arvizu, S. Y. & Ramírez-Montoya, M. S. (2017). Evaluación de una innovación educativa abierta, colaborativa y multidisciplinar integrada a un MOOC para formar en sustentabilidad energética. In *4to. Congreso de Innovación Educativa 2017* (pp. 2266–2275). Monterrey. Retrieved from <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/632417>

Velásquez-Duran, A. & Ramírez-Montoya, M. S. (2018). Research Management Systems: Systematic Mapping of Literature (2007-2017). *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(1), 44–55. doi:<https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.1.3307>

Yañez Figueroa, J. A., Ramírez-Montoya, M. S. & García-Peñalvo, F. J. (2016a). Open innovation laboratories for social modeling sustainable society sensitive to social needs. In *Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, TEEM 2016*. Salamanca. doi:<https://doi.org/10.1145/3012430.3012659>

Yañez Figueroa, J. A., Ramírez-Montoya, M. S. & García-Peñalvo, F. J. (2016b). Systematic mapping of the literature: social innovation laboratories for the collaborative construction of knowledge from the perspective of open innovation. In *Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, TEEM 2016*. Salamanca. doi:<https://doi.org/10.1145/3012430.3012609>

Yin, R. K. (2003). *Case Study Research*. Estados Unidos: Sage Publications.

Yin, R. K. (2006). Case Study Methods. En J.L. Green, G. Camilli, P. B. Elmore (Eds.), *Handbook of Complementary Methods in Education Research* (pp. 111-122). Estados Unidos: Routledge. Recuperado de: <http://www.cosmoscorp.com/Docs/AERAdraft.pdf>