



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

Cartagena de Indias, Colombia
18 al 21 de septiembre de 2018



MODERNIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA IMPLEMENTANDO MÓDULOS DE ENERGÍAS RENOVABLES A NIVEL DE PREGRADO Y POSGRADO EN UNIVERSIDADES DE AMÉRICA LATINA, DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA, PROYECTO "THE CRUX"

Rosso-Cerón A.M., Kafarov V
Universidad Industrial de Santander
Colombia

Mahkamov K.
University of Northumbria in Newcastle
Inglaterra

Ciocolanti L.
Università Politecnica delle Marche
Italia

Lapuerta M.
Universidad de Castilla-La Mancha
España

Silva Lora E.
Universidade Federal de Itajubá
Brasil

Mendonça Freires F.G.
Universidade Federal da Bahia
Brasil

Merencio D.O.
Universidad Tecnológica de la Habana
José Antonio Echeverría
Cuba,

Lesme Jaén R.
Universidad de Oriente
Cuba

Lizarazo-Salcedo G.
Universidad de Santander
Colombia

Resumen

Uno de los principales desafíos relacionados con el mercado de trabajo de energía renovable es el valor del capital humano y como consecuencia, el patrón educativo de futuros empleados.

MODERNIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA IMPLEMENTANDO MÓDULOS DE ENERGÍAS RENOVABLES A NIVEL DE PREGRADO Y POSGRADO EN UNIVERSIDADES DE AMÉRICA LATINA, DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA, PROYECTO "THE CRUX"

Infortunadamente, las habilidades adquiridas a nivel universitario no siempre se ajustan a las necesidades prácticas de las industrias, lo que reduce la relación costo-beneficio de los nuevos empleadores y ralentiza la transición de la economía verde.

Por lo tanto, educar a los jóvenes ingenieros sobre las tecnologías actuales de energía renovable es de suma importancia. En este contexto, el proyecto "The Crux", consistió en la modernización de los planes de estudios de ingeniería de energías renovables, buscando mejorar las habilidades de los estudiantes pregrado y posgrado universidades de América Latina, en resumen "The Crux" se basa en un consorcio de nueve universidades, más precisamente, 3 universidades de la UE: Northumbria University - UNN (coordinador del proyecto, Reino Unido); Universidad de Castilla-La Mancha - UCLM (España); Università Politecnica delle Marche - UNIVPM (Italia) y 6 universidades de América Latina: Universidad Federal de Itajubá - UNIFEI (Brasil); Universidad Federal de Bahia - UFBA (Brasil); Universidad de Santander - UDES (Colombia); Universidad Industrial de Santander - UIS (Colombia); Universidad de Oriente - UDO (Cuba); Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría - CUJAE (Cuba).

Las universidades de la EU que estuvieron involucradas en el proyecto son reconocidas por sus actividades de docencia e investigación en el área de ingeniería de energías renovables, con especial énfasis en energía solar, biomasa y biocombustibles. Por otro lado, las universidades de América Latina son reconocidas por brindar altos estándares de calidad educativa en ingeniería en energía renovable en sus respectivos, con especial énfasis en biomasa, biocombustibles y las tecnologías de conversión. Todas estas universidades cuentan con cursos a nivel de pregrado y posgrado en el área de energías renovables, por lo que se benefician considerablemente de la cooperación mutua con las universidades de la UE mencionadas anteriormente.

Para apreciar mejor el impacto potencial del proyecto, se realizó una encuesta sobre las necesidades del mercado laboral en especialistas, con conocimiento mejorado en tecnologías energéticas renovables y sostenibles en algunos países de la UE y América Latina. Más concretamente, 60 organizaciones de las cuales el 80% de América Latina han respondido al cuestionario mostrando su interés en reclutar en los próximos años a nuevos ingenieros con mayor conocimiento de las energías renovables, confirmando así el impacto potencial del proyecto en curso.

Palabras clave: capacitación y educación; ingeniería; tecnologías de energía renovable; tecnologías de energía sostenible; economía verde

Abstract

One of the main challenges related to the renewable energy labor market is the value of human capital and, as a consequence, the educational pattern of future employees. Unfortunately, the skills acquired at the university level do not always meet the practical needs of industries, which reduces the cost-benefit ratio of new employers and slows the transition of the green economy.

Therefore, educating young engineers about current renewable energy technologies is of paramount importance. In this context, the "The Crux" project consisted in the modernization of renewable energy engineering curricula, seeking to improve the skills of undergraduate and graduate students in Latin American universities, in summary "The Crux" is based on a consortium of nine universities, more precisely, 3 universities in the EU: Northumbria University - UNN (project coordinator, United Kingdom); University of Castilla-La Mancha - UCLM (Spain); Università Politecnica delle Marche - UNIVPM (Italy) and 6 universities in Latin America: Federal University of Itajubá - UNIFEI (Brazil); Federal University of Bahia - UFBA (Brazil); University of Santander - UDES (Colombia); Universidad Industrial de Santander - UIS (Colombia); Universidad de Oriente - UDO (Cuba); Technological University of Havana José Antonio Echeverría - CUJAE (Cuba).

The universities of the EU that were involved in the project are recognized for their teaching and research activities in the area of renewable energy engineering, with special emphasis on solar energy, biomass and biofuels. On the other hand, the universities of Latin America are recognized for providing high standards of educational quality in renewable energy engineering in their respective, with special emphasis on biomass, biofuels and conversion technologies. All these universities have undergraduate and postgraduate courses in the area of renewable energies, so they benefit greatly from the mutual cooperation with the universities of the EU mentioned above.

To better appreciate the potential impact of the project, a survey was conducted on the needs of the labor market in specialists, with improved knowledge in renewable and sustainable energy technologies in some countries of the EU and Latin America. More specifically, 60 organizations, of which 80% of Latin America have answered the questionnaire, showing their interest in recruiting new engineers with greater knowledge of renewable energies in the coming years, thus confirming the potential impact of the project in progress.

Keywords: *training and education; engineering; renewable energy technologies; sustainable energy technologies; green economy*

1. Introducción

Desde la ratificación del protocolo de Kioto en 2005 hasta los últimos acuerdos de París en 2015, el mercado laboral relacionado con la economía verde aumentó, creando una demanda cada vez mayor de empleos vinculados. De acuerdo con Bowen et al. [1], por ejemplo, el 19.4% de los trabajadores de EE.UU. podría considerarse ocupado directa o indirectamente en trabajos relacionados con la economía sustentable. En el contexto de la economía verde, las energías renovables son ampliamente reconocidas como uno de los pilares clave en la transición energética para la reducción de carbono. A nivel europeo, la directriz 2009/28 / CE RED 1 [2] y RED 2 [3], que entraron en vigor de manera eminente, promueven firmemente la participación de las energías renovables hacia 2020 y 2030 respectivamente. Por lo tanto, para lograr los ambiciosos objetivos establecidos, el sector de la energía necesita ser transformado significativamente. Una de las principales contribuciones que afectan esta transición está relacionada con el creciente mercado laboral de energía renovable que se basa en el valor del capital humano y en consecuencia, en el patrón educativo de los futuros empleados. Se han realizado varios estudios a nivel nacional [4-6]

y mundial [7-8] sobre este tema. A menudo, las habilidades adquiridas a nivel universitario no se ajustan a las necesidades prácticas de las industrias, lo que amplía el período de adaptación y formación de los nuevos empleadores y disminuye la relación consecuente entre los costos y los beneficios. Educar a los "trabajadores en aspectos verdes" para desarrollar y promover tecnologías de energía renovable que puedan satisfacer la demanda de energía de una manera sostenible es una de las misiones de muchos programas universitarios en todo el mundo.

En este contexto, el proyecto 'The Crux' [9], cofinanciado por la UE en el marco del programa Erasmus + de la Unión Europea, tiene como objetivo mejorar los planes de estudio de ingeniería, respecto a las energías renovables en diferentes niveles universitarios en varias universidades de América Latina y Europa. Para aumentar el impacto del proyecto, se ha realizado una encuesta sobre las necesidades del mercado laboral en especialistas, con conocimiento mejorado en tecnologías energéticas renovables y sostenibles en algunos países de la UE y América Latina. En este documento se han informado algunos de los resultados.

2. Objetivos

El sector industrial en Brasil y Colombia atravesaba un rápido período de modernización y expansión como resultado de intensas inversiones globalizadas de empresas relacionadas con energías renovables. Asimismo, en los próximos años, se esperan procesos similares en Cuba. Se están implementando un número cada vez mayor de plantas de energía renovable en Brasil, Colombia y Cuba y este proceso requiere un nuevo tipo de ingenieros con un nivel de formación profesional profundo en ingeniería de energías renovables con la calidad similar a la proporcionada en las universidades de la UE.

En consecuencia, el objetivo principal del proyecto es proporcionar mejores conocimientos profesionales y habilidades de los estudiantes de pregrado y posgrado en las universidades de América Latina que estudian ingenierías relacionadas con energía renovable, para conformar sus estándares educativos con los requisitos de nivel europeo. De hecho, la preparación de especialistas de alta calidad en ingeniería de energías renovables que apoyen las actividades de empresas y organizaciones gubernamentales y privadas en la adopción de tecnologías de energía renovable, contribuyen al proceso éxito de la economía verde en América Latina y la UE.

El proyecto ha sido concebido para incluir en sus empresas de redes extendidas y organizaciones activas en la industria de energía renovable en América Latina y países de la UE para actuar como partes interesadas y proporcionar oportunidades de empleo a los graduados que participan en la implementación del proyecto. Además, dado que una parte considerable de las empresas activas en la industria de las energías renovables realiza inversiones en el exterior, el beneficio del proyecto podría extenderse también a nivel internacional.

3. Metodología

Preparación: en esta fase se identificaron y seleccionaron autoridades nacionales, organizaciones públicas y empresas relacionadas con energías renovables para investigar, a partir de cuestionarios virtuales, la evolución del mercado de energías renovables y la demanda de graduados de pregrado y posgrado en América Latina. Lo anterior con el fin de conformar una red de proyectos entre empresas y organizaciones gubernamentales de la industria de energía renovable en América Latina y países de la Unión Europea para actuar como partes interesadas en el proyecto con aras de proporcionar oportunidades de empleo para los graduados de las universidades partícipes del proyecto.

El Comité Directivo del Consorcio 'The Crux' elaboró un cuestionario presentado a los interesados del proyecto para llevar a cabo un análisis de mercado y las necesidades de capacitación. Para estimar las necesidades del mercado laboral en especialistas con conocimiento mejorado en tecnologías energéticas renovables y sostenibles, se estableció contacto con empresas industriales, ONGs y organizaciones públicas y privadas como representantes del mercado laboral para ingenieros. Se les solicitó colaboración con base a criterios de experiencia el campo de la energía. Sesenta de estas entidades respondieron al cuestionario, de los cuales más del 80% corresponden a América Latina. El cuestionario consistió en tres partes:

La primera consideró el perfil de la empresa en términos de: tipo de organización, actividad / interés el sector de las energías renovables, el tamaño de la empresa (número de empleados) y la extensión del mercado.

La segunda parte se centró en la calificación de los empleados: grado de cualificación, conocimiento en energías renovables para cada grado de cualificación, principal campo de conocimiento de energías renovables (solar, eólica, biomasa, biocombustibles, etc.).

La tercera parte se centró en las necesidades de capacitación del mercado de trabajo, como la voluntad de la empresa de contratar profesional, magister y / o estudiantes de doctorado en los próximos tres años; la estimación aproximada de futuros estudiantes para ser contratados, según el grado de estudio; interés en contratar profesionales, magister y / o estudiantes de doctorado con alto conocimiento / especialización en energía renovable; tema principal de la especialización en energías renovables (solar, eólica, biomasa y biocombustibles); opinión sobre la importancia estratégica de los ingenieros altamente especializados en el sector de las energías renovables, tanto para la empresa, como para toda la sociedad; disposición para alojar estudiantes durante un período de entrenamiento de 4 a 6 semanas como parte de la tesis de su proyecto.

Desarrollo: para la modernización y estructuración del plan de estudios de los módulos sobre energías renovables a nivel de pregrado y posgrado de las universidades participantes en América Latina, se seleccionaron módulos específicos de cursos de pregrado y posgrado de ingeniería, existentes en cada universidad. Los módulos de energías renovables se elaboraron o modernizaron en términos de sus planes de estudios mediante metodologías de educación de altos estándares europeos enfocadas en materiales didácticos, experimentación, procesos de enseñanza y evaluación.

MODERNIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA IMPLEMENTANDO MÓDULOS DE ENERGÍAS RENOVABLES A NIVEL DE PREGRADO Y POSGRADO EN UNIVERSIDADES DE AMÉRICA LATINA, DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA, PROYECTO "THE CRUX"

Los métodos de enseñanza modernizados que se implementaron en el proyecto 'The Crux' se enfocaron en la satisfacción de las necesidades actuales y futuras del mercado de ingenieros altamente calificados para liderar los avances en la industria de energía renovable durante su empleo por empresas, industrias, organizaciones públicas, privadas y (organizaciones no gubernamentales) ONGs.

Plan de garantía de la calidad: para asegurar y monitorear la calidad de los módulos de energías renovables, sus materiales didácticos, experimentación, procesos de enseñanza y evaluación, se idearon plataformas e-Learning (tipo Moodle, formación online, conocimiento compartido, estudios de casos, educación diferenciada, aprendizaje experimental y colaborativo) como se describe en [9].

4. Resultados y discusión

Las preguntas iniciales tenían como objetivo evaluar los antecedentes actuales de las organizaciones en términos de tamaño, mercado y tipo de actividad en las que participan. A nivel global, el 28,3% de las organizaciones tiene menos de 10 empleados, el 15,0% en el rango de 10 a 50 empleados, 18,3% entre 50 y 100, 16,7% de 100 a 500 y finalmente 21,7% de ellos tiene más de 500 empleados. Con referencia al tipo de actividad en energía renovable, el resultado general del análisis ha mostrado que la mayoría de ellos están involucrados en 'Diseño e Ingeniería de Desarrollo' y 'Producción de Energía' como se informa en la Tabla 1:

Tabla 1. Tipo de actividad en energía renovable de la organización

Actividad	Total	Porcentaje
Ventas y Marketing	3	5,0%
Producción de energía	17	28,3%
Transmisión y distribución de energía	5	8,3%
Monitoreo, inspección y mantenimiento	2	3,3%
Diseño y desarrollo de ingeniería	19	31,7%
Investigación y Desarrollo	4	6,7%
Auditoría Energética	1	1,7%
Capacidad de construcción	3	5,0%
Políticas y economía	3	5,0%
Otros	3	5,0%

Respecto al mercado, se centra principalmente en el nivel nacional, como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Mercado de las organizaciones

Nivel	Total	Porcentaje
Regional	8	13,3%
Nacional	35	58,3%
Continental	3	5,0%
Intercontinental	14	23,3%

Estas organizaciones contratan empleados con diferentes niveles de cualificación según se informa en la Tabla 3 a nivel global:

MODERNIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA IMPLEMENTANDO MÓDULOS DE ENERGÍAS RENOVABLES A NIVEL DE PREGRADO Y POSGRADO EN UNIVERSIDADES DE AMÉRICA LATINA, DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA, PROYECTO "THE CRUX"

Tabla 3. Rango de cualificación de los actuales empleados de las organizaciones

Título	Porcentaje
Profesional	42,9%
Magíster	34,5%
PhD	17,9%
Otro	4,8%

Estos porcentajes se refieren únicamente a las empresas y no a la cantidad de empleados con un nivel específico de calificación. Además, cambian significativamente cuando se comparan diferentes países. Por ejemplo, la mayoría de las organizaciones en los países europeos tienen empleados con nivel de maestría o doctorado, mientras que en Brasil la mayoría tiene un nivel de educación profesional. Con respecto a su conocimiento sobre la energía renovable, han surgido los siguientes resultados:

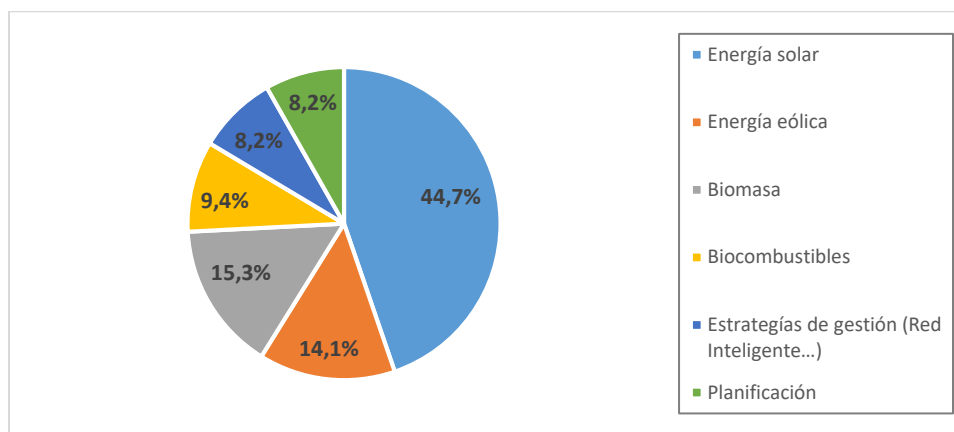


Figura 1. Conocimiento de los empleados actuales sobre energía renovable

La segunda parte de la encuesta, en cambio, tenía como objetivo evaluar el interés de la organización en reclutar nuevos ingenieros en el futuro próximo, el campo de su experiencia y su disposición al proyecto en general.

A nivel mundial, más del 80% de las empresas / organizaciones entrevistadas han mostrado interés en emplear nuevos ingenieros en los próximos tres años. Además, el 85% de ellos están interesados en contratar ingenieros con conocimiento mejorado sobre energías renovables, lo que subraya la importancia potencial del proyecto "The Crux" en el mercado. Con el fin de apreciar mejor las necesidades del mercado laboral con el área geográfica, los datos sobre el nivel de grado y el campo de especialización se han desglosado en países europeos y latinoamericanos. Las Figuras 2 y 3 muestran los resultados obtenidos de la encuesta.

MODERNIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA IMPLEMENTANDO MÓDULOS DE ENERGÍAS RENOVABLES A NIVEL DE PREGRADO Y POSGRADO EN UNIVERSIDADES DE AMÉRICA LATINA, DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA, PROYECTO "THE CRUX"

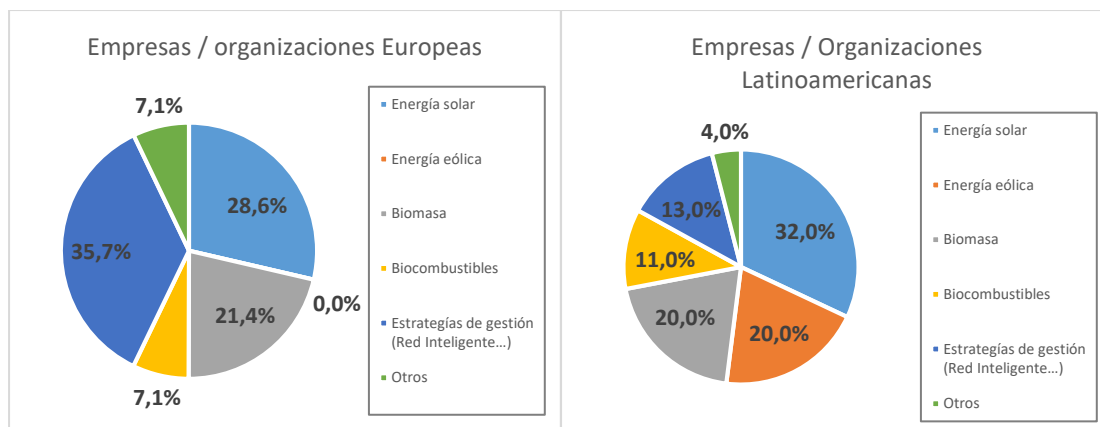


Figura 2. Conocimiento de futuros empleados en energías renovables

A pesar de que el número de empresas / organizaciones europeas involucradas es bajo, en Europa el interés parece estar más centrado en la gestión y la energía solar. En América Latina, el número de empresas / organizaciones es mucho más alto y la encuesta muestra claramente un menor interés en la administración, pero un mayor interés en la energía eólica y los biocombustibles en comparación con Europa. En términos de rango de calificación de futuros empleados, las empresas y organizaciones europeas se interesan principalmente en ingenieros con un título de maestría en educación y pocos de ellos en doctorado. Por el contrario, en América Latina la mayoría de ellos están interesados en Ingenieros Licenciados y Maestros con porcentajes similares. Sin embargo, los porcentajes que se muestran en la Figura 3 se refieren simplemente al interés de las empresas en contratar a un ingeniero con un nivel específico de calificación y cambian significativamente al comparar diferentes países.

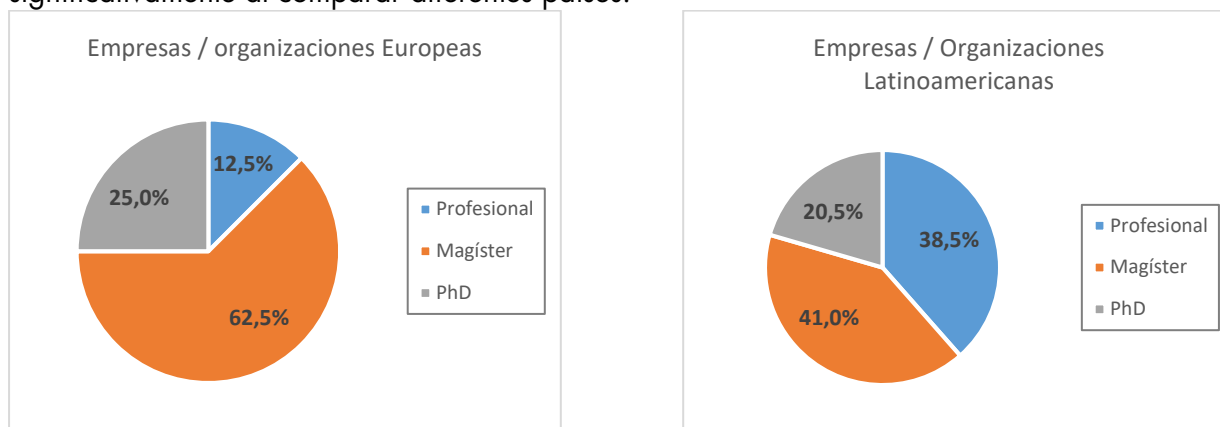


Fig.3. Rango de calificación de futuros empleados en energías renovables

Para la modernización y estructuración del plan de estudios de los módulos sobre energías renovables a nivel de pregrado y posgrado de las universidades participantes en América Latina, se seleccionaron módulos específicos de cursos de pregrado y posgrado de ingeniería, existentes en cada universidad, la tabla 4.

MODERNIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA IMPLEMENTANDO MÓDULOS DE ENERGÍAS RENOVABLES A NIVEL DE PREGRADO Y POSGRADO EN UNIVERSIDADES DE AMÉRICA LATINA, DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA, PROYECTO "THE CRUX"

Tabla 4. Módulos nuevos / actualizados en el nivel de pregrado y posgrado por universidad

Universidad	Pregrado	Posgrado
UNIFEI	Energía renovable (renovada en un 30%) Energía Heliotermia (renovada en un 35%)	
UDES	Tecnologías en energía (renovado en un 35%)	Viabilidad energética renovable en Colombia (renovada en un 35%). Tecnología de Hidrógeno (renovada en un 35%);
UIS	Ecología Industrial (renovada en un 35%); Generación energética eléctrica (nueva);	Sistemas de Potencia Fotovoltaica (nuevo). Energías renovables y desarrollo sostenible (nueva)
CUJAE	Energía renovable (renovada en un 30%)	
UDO		Biomasa, bioconversión, gasificación y pirólisis (nueva); Tecnologías y dispositivos de energía eólica e hídrica (nueva).
UFBA		Gestión de la cadena de suministros para sistemas de energía renovable (nueva);

Los módulos de energías renovables se elaboraron o modernizaron en términos de sus planes de estudios mediante metodologías de educación de altos estándares europeos enfocadas en materiales didácticos, experimentación, procesos de enseñanza y evaluación. Para asegurar y monitorear la calidad de los módulos de energías renovables, sus materiales didácticos, experimentación, procesos de enseñanza y evaluación, se idearon plataformas e-Learning (tipo Moodle, formación online, conocimiento compartido, estudios de casos, educación diferenciada, aprendizaje experimental y colaborativo).

5. Conclusiones

Debido a los requisitos de capital humano en el sector creciente de las energías renovables, la educación adecuada respecto a las tecnologías relacionadas con energías renovables y sostenibles es de suma importancia para los jóvenes ingenieros. Para lograr este objetivo, el proyecto "The Crux" tiene como objetivo mejorar el plan de estudios de ingeniería en energías renovables en los diferentes niveles universitarios de varias universidades de América Latina y Europa. Para aumentar el impacto potencial del proyecto, los miembros del consorcio han realizado una encuesta sobre las necesidades del mercado laboral en especialistas con mayor conocimiento en este campo. Se ha entrevistado a organizaciones industriales, privadas y públicas, así como a ONG y representantes del mercado laboral en el sector de la energía. Los resultados de la encuesta muestran un notable interés en los empleados con un mayor conocimiento de las energías

renovables y buenas oportunidades en los próximos años para los ingenieros jóvenes con las habilidades adecuadas.

Se implementaron los planes de modernización de los módulos de pregrado y posgrado en las Universidades de Latino América. Asimismo, se organizaron pasantías para estudiantes de pregrado y posgrado en entidades pertenecientes a la red descrita.

6. Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Programa Erasmus + de la Unión Europea (acuerdo no 2015-3584 / 001-001) y a las organizaciones que respondieron al cuestionario.

7. Referencias

- [1] Bowen A, Kuralbayeva K, Tipoe EL. Characterising Green Employment: The impacts of 'greening' on workforce composition. *Energy Econ* 2018. doi:10.1016/j.eneco.2018.03.015.
- [2] L_2009140EN.01001601.xml n.d. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=ES> (accessed May 25, 2018).
- [3] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0767&from=EN> (accessed May 26, 2018).
- [4] Ocetkiewicz I, Tomaszewska B, Mróz A. Renewable energy in education for sustainable development. The Polish experience. *Renew Sustain Energy Rev* 2017; 80:92–7. doi:10.1016/j.rser.2017.05.144.
- [5] Kayahan Karakul A. Educating labour force for a green economy and renewable energy jobs in Turkey: A quantitative approach. *Renew Sustain Energy Rev* 2016; 63:568–78. doi:10.1016/j.rser.2016.05.072.
- [6] Alawin AA, Rahmeh TA, Jaber JO, Loubani S, Dalu SA, Awad W, et al. Renewable energy education in engineering schools in Jordan: Existing courses and level of awareness of senior students. *Renew Sustain Energy Rev* 2016; 65:308–18. doi:10.1016/j.rser.2016.07.003.
- [7] Nowotny J, Dodson J, Fiechter S, Gür TM, Kennedy B, Macyk W, et al. Towards global sustainability: Education on environmentally clean energy technologies. *Renew Sustain Energy Rev* 2018; 81:2541–51. doi:10.1016/j.rser.2017.06.060.
- [8] Kandpal TC, Broman L. Renewable energy education: A global status review. *Renew Sustain Energy Rev* 2014; 34:300–24. doi:10.1016/j.rser.2014.02.039.
- [9] The Crux Project n.d. <http://www.thecruxproject.eu/> (accessed May 26, 2018).

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)