

Formación profesional y desafíos de empleabilidad en la industria aeroespacial: estado de la cuestión

Carolina-Paola Gutiérrez-Rincón y Luz-Yolanda Sandoval-Estupiñan

RESUMEN

El interés de gobiernos y empresas privadas por invertir en el espacio ultraterrestre ha incrementado la importancia de la educación aeroespacial. El propósito del artículo consiste en examinar la literatura existente para el periodo 2016-2021, sobre las necesidades de formación profesional para impulsar la industria aeroespacial, frente a los desafíos de la empleabilidad futura. De la revisión sistemática de 158 documentos, se concluyó que las instituciones de educación superior donde se desarrollan programas de formación afines a la industria aeroespacial, requieren identificar nuevos aprendizajes para acortar las brechas entre la educación aeroespacial y el ejercicio profesional, generando retos pedagógicos.

Palabras clave: aprendizajes, empleabilidad del futuro, industria aeroespacial, formación profesional, educación aeroespacial.

Carolina-Paola Gutiérrez-Rincón

carolina.gutierrez@unisabana.edu.co

Colombiana. Magíster en Dirección y gestión de instituciones educativas, Universidad de La Sabana, Colombia; Especialista en Gerencia educativa, Universidad de La Sabana, Colombia. Docente, Secretaría de Educación de Bogotá, Colombia. Temas de investigación: formación profesional, empleabilidad, pedagogía laboral, formación integral en los ámbitos educativo y empresarial, educación aeroespacial, nuevos lenguajes apoyados en tecnologías espaciales, aprendizajes y pedagogía en la tecnología digital, lectura, escritura y oralidad en la escuela desde las ciencias. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6472-5834>.

Luz-Yolanda Sandoval-Estupiñan

luz.sandoval@unisabana.edu.co

Colombiana. Doctora en educación, Universidad de Navarra, España; Magíster en Administración y supervisión educativa, Universidad Externado, Colombia. Directora de la línea Institución educativa, currículo y gestión del Doctorado en Educación de la Universidad de La Sabana, Colombia. Temas de investigación: institución educativa, currículo y gestión, confianza en la escuela, liderazgo directivo, educación universitaria, teoría de la educación, antropología de la educación, filosofía de la educación, sociología relacional, calidad de la institución educativa, formación directivos, formación educadores, educación del carácter. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4769-2396>.

Formação profissional e desafios de empregabilidade na indústria aeroespacial: o estado da questão

RESUMO

O interesse de governos e empresas privadas em investir no espaço sideral aumentou a importância da educação aeroespacial. O objetivo do artigo é examinar a literatura existente para o período 2016-2021, sobre as necessidades de formação profissional para impulsionar a indústria aeroespacial, diante dos desafios da empregabilidade futura. A partir da revisão sistemática de 158 documentos, concluiu-se que as instituições de ensino superior onde são desenvolvidos programas de formação relacionados à indústria aeroespacial, exigem a identificação de novos aprendizados para preencher as lacunas entre a educação aeroespacial e a prática profissional, gerando desafios pedagógicos.

Palavras chave: aprendizados, empregabilidade do futuro, indústria aeroespacial, formação profissional, educação aeroespacial.

Professional training and employability challenges in the aerospace industry: the state of the art

ABSTRACT

The interest of governments and private companies to invest in outer space has increased the importance of aerospace education. The purpose of the article is to review the existing literature for the period 2016-2021 about the professional training needs to boost the aerospace industry in order to face the future employability challenges. From the systematic review of 158 documents, the article concludes that higher education institutions where training programs related to the aerospace industry are developed need to identify new learnings in order to shorten the gaps between aerospace education and professional practice, raising pedagogical challenges.

Key words: apprenticeships, future employability, aerospace industry, professional training, aerospace education.

Recepción: 19/07/21. **Aprobación:** 24/02/22.



Introducción

Los aportes de la investigación en astronomía, astrofísica y ciencias del espacio, al encontrar respuestas a grandes interrogantes sobre el universo, han generado desarrollo tecnológico y progreso de la sociedad. En ellas confluyen una amplia gama de saberes de otras ciencias, disciplinas y campos especializados. Sus aprendizajes se desarrollan a través de las áreas STEM (acrónimo en inglés para ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y las áreas de las ciencias humanas, cuya articulación constituye un desafío en los programas de formación afines a la industria aeroespacial, así como en la formación de otras profesiones a nivel universitario y escolar (Lappas y Kourousis, 2016; Domagal-Goldman y Wright, 2016; Mirkouei *et al.*, 2016; Rosenberg *et al.*, 2018; Gutiérrez y Vargas, 2019).

El inicio de la carrera espacial fue posible debido a la sinergia entre Estado-empresa-educación, cuando los gobiernos de la Unión Soviética y de Estados Unidos apoyaron financieramente sus fuerzas aéreas, empresas y universidades, para crear tecnologías espaciales que hoy en día van en aumento (Socas-Navarro *et al.*, 2021).

La carrera espacial marcó un hito para la humanidad y trajo consigo la red internet y los sistemas inteligentes que han aportado desarrollos científicos y tecnológicos en distintos campos profesionales. Después de fundarse Roscosmos y la NASA, se instituyó la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Administración Espacial Nacional China (CNSA). Estas cuatro agencias espaciales son en la actualidad las mejores del mundo (Johnson, 2020).

En Latinoamérica, se busca consolidar la colaboración entre las agencias espaciales, las fuerzas aéreas, empresas y universidades. La Conferencia Espacial de las Américas (CEA) (Agencia Espacial Mexicana, 2016) se encarga de promover la exploración y el uso del espacio, puesto que la región se está posicionando para participar con mayor protagonismo en la industria aeroespacial, conformada

por tres segmentos: fabricación de equipos satelitales y servicios de lanzamiento, servicios de operación de satélites, y servicios para consumo derivados de la investigación y el desarrollo gubernamentales (Euroconsult, 2020).

La industria aeroespacial requiere técnicos de ingeniería, creadores de plantillas, programadores de herramientas de control numérico, fabricantes de troqueles, escritores técnicos y artistas gráficos (Chua *et al.*, 2019). La ESA demanda distintas misiones espaciales relacionadas con los segmentos mencionados. En Latinoamérica, las necesidades se enfocan en los componentes de investigación, innovación y conocimiento para la fabricación de nuevas piezas, a través de la metalmecánica y la automatización (Álvarez *et al.*, 2019).

Aunque en la mayoría de los países latinoamericanos existe una política espacial (Conpes, 2020), la industria aeroespacial requiere de un impulso en la región, con excepción de Colombia, país que cuenta con el potencial humano en el manejo de sistemas inteligentes para formar parte de las naciones que trabajan en proyectos de inversión en el sector y su ubicación geográfica es privilegiada en el espacio ultraterrestre. Pero la infraestructura para producir piezas de vehículos aeronáuticos y aeroespaciales es escasa. Se necesita impulsar en la región la producción de tecnologías que potencien avances científicos e incrementen las oportunidades de negocio (Álvarez *et al.*, 2019; Gutiérrez y Vargas, 2019).

La expansión de la industria aeroespacial a nivel global demanda propiciar la formación universitaria en astronomía, astrofísica y ciencias espaciales, lo cual implica articular Estado-empresa-educación para fortalecer las agencias y políticas espaciales e incentivar la investigación.

El estado del arte examina la literatura del periodo comprendido entre enero de 2016 y julio de 2021, con el objetivo de aportar conocimiento existente sobre aprendizajes que articulen la formación universitaria y el ejercicio profesional en la industria

aeroespacial y nuevos aprendizajes requeridos por los desafíos del empleo futuro.

Método

Las siguientes preguntas direccionaron la revisión sistemática de literatura en el periodo 2016-2021: ¿qué aprendizajes (conocimientos, competencias y estrategias) se desarrollan en los programas de formación para el ejercicio profesional en la industria aeroespacial a nivel internacional y nacional?, y ¿cuáles son las demandas del ejercicio profesional en la industria aeroespacial a nivel internacional y nacional frente a la empleabilidad del futuro? Se tomaron los cinco últimos años porque alrededor de este tiempo a nivel global ha crecido el interés de los gobiernos y las empresas privadas por invertir en el “*New Space*” (Denis *et al.*, 2020: 434).

La búsqueda de la producción documental se realizó en dos instancias. La primera se hizo a través de la base de datos Lens.org, que incluye otras, como: Scielo, Scopus, Web of Science, Redalyc, Proquest, Springer, ScienceDirect y Latindex. Los criterios de selección fueron: artículos científicos, a nivel

mundial, de educación superior, idiomas español o inglés, y se crearon 10 términos de búsqueda que se presentan en la tabla 1, encontrando 77 artículos.

La segunda búsqueda se realizó a partir de hallazgos de la primera. Se profundizó de forma manual en revistas científicas que abordaron el concepto “aprendizajes” mediante tecnologías espaciales en instituciones escolares, universitarias y prácticas empresariales. Se consultó la revista científica especializada en tecnología espacial y desarrollo de sistemas: *Acta Astronautica*.

De la búsqueda manual en la base de datos Google Scholar se obtuvieron artículos sobre la influencia de las tecnologías espaciales en las interacciones de los humanos y las especies con el planeta Tierra y el cosmos, sumando a la primera búsqueda 34 artículos para un total de 111 artículos.

Posteriormente, se indagó en sitios web de entidades relacionadas con formación, ámbito laboral e industria aeroespacial, encontrando 47 documentos. En total se obtuvieron 158 documentos, como se indica en la figura 1, y pueden consultarse en la tabla 2, en el enlace <https://bit.ly/2TkN3qn>. La primera

Tabla 1. Términos de búsqueda utilizados

Término	Frecuencia
"significant"AND "pedagogical"AND "processes"AND "aerospace"AND "education"	1
"pedagogy"AND "aerospace"AND "education"	2
"aerospace"AND "skills"AND "technologies"	6
"aerospace industry"AND "peer review"	1
"learnings"AND "aerospace"AND "sciences"AND "peer review"	18
"education"AND "aerospace industry"AND "integration"	15
"aerospace"AND "sciences"AND "systematic review"	9
"higher education"AND "space sciences"AND "peer review"	1
"transition from school to work"AND "peer review"	2
"aerospace education" OR "industry aerospace" OR "interaction"	22

Fuente: construcción propia.

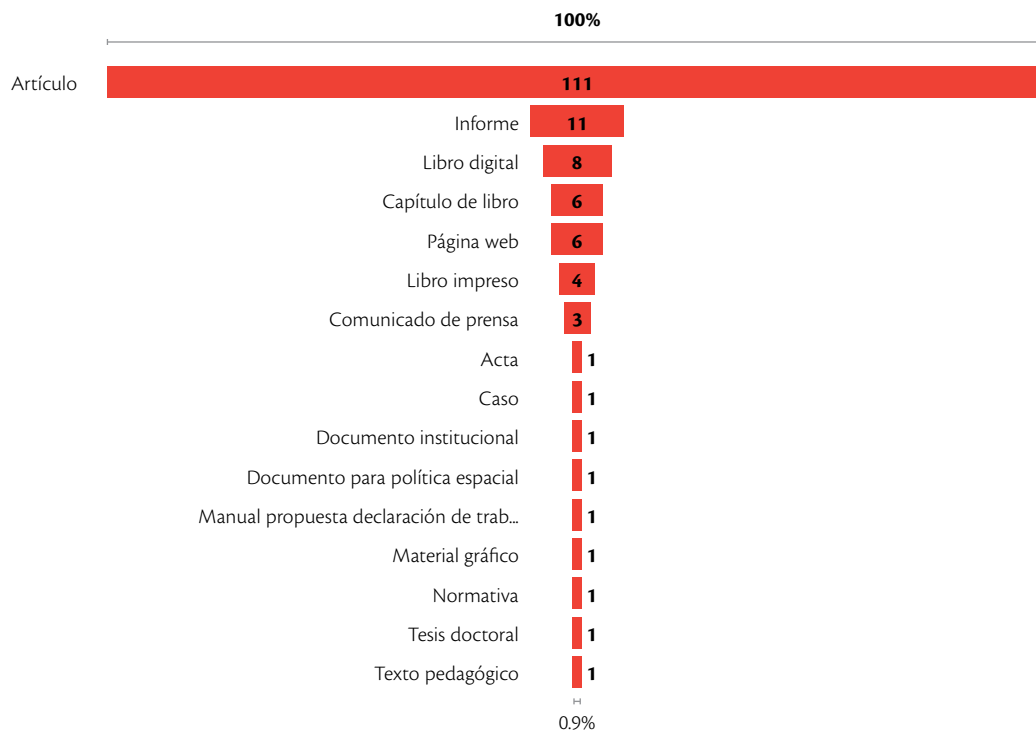


pregunta se respondió a partir de la selección de 111 artículos, que pueden consultarse en la tabla 3, en el enlace <https://bit.ly/3ksiEl7>. Para la selección de los artículos se llevó a cabo el siguiente procedimiento: 1) identificación del concepto “aprendizajes” respecto a las interacciones Estado-empresa-educación en la industria aeroespacial; 2) definición de las categorías de análisis: *learnings*, *aerospace education*, *aerospace industry*, *professional training* y *employability*; 3) verificación de estas categorías en el Tesauro Europeo de Educación-ERIC, del Institute of Educational Science y el sitio web de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT); 4) determinación de palabras clave; 5) creación de términos de búsqueda, y 6) planificación, realización e informe de la revisión sistemática de literatura con base en los criterios y empleo del software Parsifal, propuestos por García-Peñalvo (2017).

Se excluyeron los artículos que no contemplaron los aspectos gubernamental, industrial y académico en torno a los aprendizajes.

Con el propósito de responder la segunda pregunta, se seleccionaron 49 documentos, que pueden consultarse en la tabla 4, en el enlace <https://bit.ly/36HFGfJ>. Se realizó la metodología de análisis de contenido cualitativo conforme a la propuesta de Erlingsson y Brysiewicz (2017), utilizando el software Atlas/ti, en tres pasos, a saber: 1) codificación abierta, que consistió en delimitar como unidad de análisis las oraciones de los documentos; 2) codificación enfocada, cuya unidad de contexto correspondió al marco teórico de los documentos, y 3) integración, perteneciente a la unidad de muestreo comprendida por el intervalo temporal de 2016 a 2021.

Figura 1. Distribución de publicaciones científicas



Fuente: construcción propia.

Resultados

La información obtenida se organizó teniendo en cuenta las dimensiones cuantitativa y cualitativa. La primera muestra los indicadores bibliométricos con el fin de analizar la evolución de la producción científica sobre la formación universitaria y el ejercicio profesional en la industria aeroespacial. La segunda, da cuenta del análisis de contenido de los documentos encontrados referido a los aprendizajes requeridos en los programas de formación y la empleabilidad del futuro en la industria aeroespacial.

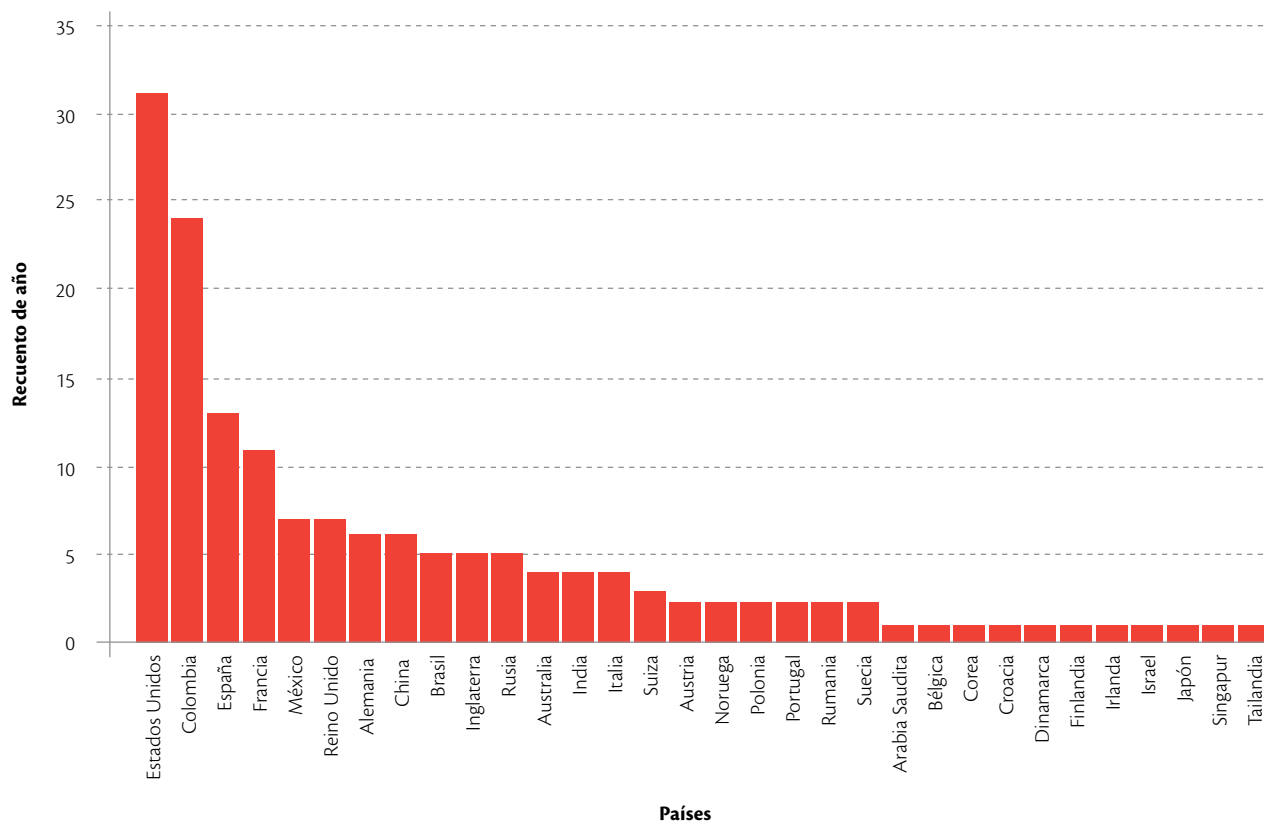
Tendencias cuantitativas

De los 158 documentos, la mayor productividad se presenta en 2016 (44), seguido de 2019 (31) y 2020

(31), en comparación con 2017 (19) y 2018 (19). En los siete primeros meses de 2021, fecha de corte de la revisión, la producción corresponde a 14 documentos.

A nivel global se evidencia el incremento de los estudios sobre la aeroespacialidad y los desafíos en de la formación y el ejercicio profesional. Estados Unidos, nación que ha tenido mayor trayectoria y desarrollo en las ciencias espaciales, ocupa el primer lugar con 30 publicaciones, seguido de Colombia (24); su liderazgo evidencia el interés por impulsar la industria aeroespacial. Los países de mayor productividad en Europa, son: España (13), Francia (11), Reino Unido (7) y Alemania (6). Sobresalen en Latinoamérica, México (7) y Brasil (5) y en Asia, la República Popular China (6), como puede verse en la figura 2.

Figura 2. Descripción geográfica



Fuente: construcción propia.



La capacidad idiomática que predomina en las publicaciones es el inglés (114) sobre el español (41), frente a una minoría en ruso (2) y portugués (1).

La identificación de metodologías en el corpus de los 111 artículos analizados evidencia que la investigación privilegia los diseños cualitativos y, por tanto, las técnicas más frecuentes son análisis de contenido y observaciones, como se ilustra en la figura 3.

Aprendizajes en los programas de formación profesional afines a la industria aeroespacial

Los aprendizajes desarrollados en los programas de formación para el ejercicio profesional en la industria

aeroespacial a nivel global, se obtuvieron a partir del análisis de contenido de 111 artículos y el ranking de las mejores instituciones de educación superior con mayor índice de empleabilidad en el mundo (The World University Rankings, 2020). Adicionalmente, se hallaron 10 centros de investigación propuestos por la NASA para llevar a cabo las prácticas empresariales del sector. En total se obtuvo información de 62 instituciones de educación superior con programas de formación profesional de grado y posgrado afines a la industria aeroespacial.

Cabe resaltar que 24 instituciones corresponden a Norteamérica; 21 a Europa: Reino Unido (8), Holanda (4), Francia (3), Alemania (2), España (2), Italia

Figura 3. Metodologías empleadas



Fuente: construcción propia.

(1), Polonia (1); 11 de Oceanía: 10 de Australia y 1 en Nueva Zelanda; 5 de Latinoamérica: Colombia con dos y Brasil, México y Argentina con una, y 1 es de Asia: China. Se excluyeron las instituciones de educación superior que no cuentan con programas afines a la industria aeroespacial.

Los aprendizajes identificados en las instituciones seleccionadas fueron mapeados en la tabla 5, que puede consultarse en el enlace <https://bit.ly/3eAk4Go>. La información se organizó por países, instituciones, aprendizajes y sitios web de los programas ofertados.

Los aprendizajes desarrollados por las instituciones que ofertan programas en las áreas afines a la industria aeroespacial están constituidos por conocimientos, competencias y estrategias pedagógicas que garanticen el ejercicio profesional y la articulación entre la industria, el gobierno y la academia. A continuación, se presentan los más relevantes identificados en el *corpus* textual.

Conocimientos

Los conocimientos requeridos en los programas de formación corresponden al dominio de las ciencias básicas: matemáticas y física, así como del inglés, la comunicación oral y escrita para producir informes, uso y creación de sistemas inteligentes. Las temáticas son alusivas a las arquitecturas de satélites, astronomía, astrofísica, extragaláctica, radioastronomía, desarrollo aeroespacial, ciencias planetarias, coherencia, nanosatélites, entre otras de interés del sector aeronáutico y aeroespacial (Domagal-Goldman y Wright, 2016; Ajtyamov *et al.*, 2019; Gutiérrez y Vargas, 2019).

El conjunto de estos conocimientos se denomina “*deep tech (or deep technology)*” (Siota y Prats, 2021: 12), que en español traduce como *tecnología profunda* (IESE, 2021), debido a que los sistemas inteligentes aportan innovaciones para mejorar la tecnología existente en diferentes negocios como resultado de los estudios del espacio y los avances en ingeniería.

La industria aeroespacial es uno de los negocios que exige el uso de inteligencia artificial en la formación profesional y es muy prometedor. Por tal motivo, ha aumentado la importancia de la educación aeroespacial en el siglo XXI incluso desde la secundaria (Afful *et al.*, 2020; Blázquez *et al.*, 2019; Kirwan *et al.*, 2019; Isaacson *et al.*, 2020).

Aunque los descubrimientos que se empezaron a desarrollar en el siglo XIX no estaban directamente relacionados con la industria aeroespacial, fueron las ciencias básicas las que dieron origen a la infraestructura satelital proveída por el espacio ultraterrestre. Esta infraestructura ha facilitado actividades cotidianas de la humanidad y los estudios sobre el planeta Tierra y el universo (Álvarez y Quiroga, 2019; Gutiérrez y Vargas, 2019).

Tales estudios permitieron, posteriormente, la creación de la tecnología espacial como la red internet y sistemas inteligentes para el análisis e interpretación de datos, que es un aprendizaje requerido en distintos campos profesionales. Además de la industria aeroespacial y de defensa, los sistemas inteligentes se utilizan en los sectores: automotriz, de compuestos químicos y microestructuras de materiales, aplicaciones médicas, alimentos, ingeniería y arquitectura, entre otros (Kumari *et al.*, 2017; Gutiérrez y Vargas, 2019).

Si bien existe poco consenso sobre los aprendizajes para el empleo futuro, los sistemas inteligentes cubren la necesidad de las competencias requeridas para ocupar los trabajos disponibles y en expansión en distintos campos profesionales, permitiendo analizar la información obtenida del estudio del espacio, construir antenas para la comunicación en tierra con los satélites (teledetección), procesar datos y fabricar productos (Suleman, 2016; Rosenberg *et al.*, 2018; Johnson, 2019).

Los desarrollos tecnológicos se alcanzan principalmente en las agencias espaciales de Norteamérica (NASA), Europa (ESA) y China (CNSA). Por el contrario, en Latinoamérica son pocas las posibilidades



de empleabilidad en el sector. La carencia de la formación para la creación de tecnologías espaciales en la región acrecienta la brecha entre la formación y la empleabilidad en comparación con Norteamérica, donde existe la mayor empleabilidad y número de programas de formación afines a la industria aeroespacial (Bochinger, 2016; Euroconsult, 2017, 2018; USA Bureau of Labor Statistics, 2020).

La NASA pretende mejorar la educación en las áreas STEM, apoyando las escuelas primarias y secundarias con la intención de impulsar avances en ciencia, tecnología, aeronáutica y exploración espacial, que permitan fortalecer la economía y la protección de la tierra. Los aprendizajes en STEM buscan preparar a los jóvenes hacia el entorno empresarial futuro. Si se desarrollan mayores aprendizajes en STEM desde diversos lenguajes en la trayectoria escolar (desde la educación inicial hasta la universidad) y en los programas de formación afines a la industria aeroespacial, esto favorecería la creación de infraestructura para generar tecnología espacial (Lappas y Kourousis, 2016; NASA, 2016; Afful *et al.*, 2020; López-Fernández *et al.*, 2020; Diego-Mantecón *et al.*, 2021).

Competencias

La competencia más requerida en las investigaciones publicadas es la toma de decisiones. Esta competencia de carácter transversal se fundamenta en los distintos escenarios que se señalan a continuación y constituye un reto para las instituciones oferentes en cuanto amplía el espectro en los aprendizajes y la empleabilidad, configurando nuevas necesidades formativas.

El primer escenario es la preservación de la vida y los recursos naturales, porque permiten: 1) predecir el clima de la tierra y mitigar la contaminación; 2) generar la posibilidad de extracción de recursos en el espacio para sustituir los suministros escasos en la tierra; 3) medir y evaluar el impacto del calentamiento global en el Ártico, en cumplimiento de los

Objetivos de Desarrollo Sostenible; 4) viabilizar la navegación aérea y la comunicación en este territorio, y 5) buscar señales de vida extraterrestre para superar el sesgo humano en estas actividades (Balogh *et al.*, 2017; Gazica *et al.*, 2018; Gutiérrez y Vargas, 2019; Bohlmann y Koller, 2020; Dallas *et al.*, 2020).

La toma de decisiones implica en este primer escenario aplicar la legislación que regula las actividades espaciales comerciales del mundo, respecto a la creación, manejo y expansión de tecnologías espaciales. Los tratados internacionales fueron fundados entre 1967 y 1984, comenzando a establecerse antes de la llegada del primer humano a la luna, y después del lanzamiento del primer satélite *Sputnik I*. El derecho espacial aprobado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través de la Comisión del Uso Pacífico del Espacio Ultraterrestre (Copuos) (Dempsey, 2016; Johnson, 2020; Ruíz y Gómez, 2020).

Este derecho establece: 1) la no apropiación del espacio ultraterrestre, la Luna y otros cuerpos celestes; 2) el beneficio para toda la humanidad como resultado de las actividades espaciales; 3) la cooperación internacional, y 4) el uso pacífico del espacio exterior, como la colaboración pacífica de las naciones en “Space 2030” (Copous, 2020: 6), para facilitar el despliegue de la 2030 *Agenda for Sustainable Development* en temas ambientales.

La ESA emite las políticas espaciales nacionales de sus estados miembros y colaboradores para proporcionar la estructura de la gobernanza espacial y las prioridades de las políticas públicas. La legislación espacial de cada país se encarga de hacer cumplir los requisitos reglamentarios (Sagath *et al.*, 2019; Dempsey, 2016). La CEA es el organismo que fomenta las actividades espaciales en Latinoamérica, por medio de un foro multilateral (Agencia Espacial Mexicana, 2016).

Pese a la existencia de dichas normativas es necesario que la humanidad establezca un compromiso ético sobre la utilidad económica, científica, turística y comercial de la exploración espacial,

analizando la influencia de las actividades espaciales en las interacciones entre humanos y especies con el planeta Tierra, así como con el cosmos, en particular, en caso de encontrar vida extraterrestre, asunto del que se ocupa la astrobiología. Esto puede orientar la declaración de políticas públicas que promuevan en la educación aeroespacial un lenguaje compartido entre la formación humanística y las prácticas empresariales, lo cual representa un reto a nivel pedagógico y curricular (Domagal-Goldman y Wright, 2016; Malazita, 2017; Lahiff *et al.*, 2019; Johnson, 2020).

El segundo escenario en el que se fundamenta la necesidad de la competencia en la toma de decisiones es el análisis y evaluación de sistemas, porque permite realizar proyectos de innovación e inversión que dan respuesta a los cambios en la planificación y gestión, utilizando bases de datos para favorecer la eficiencia en la cadena de valor conformada por las acciones que realiza la empresa en la identificación, análisis y control de los riesgos. La experiencia y la madurez en el manejo de los sistemas inteligentes faculta a las organizaciones para evaluar su nivel de exposición al riesgo estratégico cuando se realizan innovaciones más complejas (McAdam *et al.*, 2016; Martinsen *et al.*, 2016; Matos *et al.*, 2016; Lemos y Freitas, 2016; Blázquez *et al.*, 2019; Marín, 2019).

De la eficacia y la viabilidad de los proyectos de inversión depende hacer realidad en el futuro las actividades espaciales en las perspectivas 2019-2029, que incluyen para su realización asociaciones de agencias espaciales internacionales y público-privadas, más los participantes existentes y futuros. En los proyectos de inversión en el sector se presentan retrasos en el cronograma por falta de articulación entre la teoría y las prácticas concernientes al conocimiento de los sistemas inteligentes empleados en la industria aeroespacial (Knudsen y Blackburn, 2016; Euroconsult, 2020).

El tercer escenario sustenta la competencia técnica respecto a la fabricación de los productos de

la industria aeroespacial, que se caracteriza por la automatización, empleando software independiente para cada máquina del proceso de producción. La intención es solventar las nuevas solicitudes, como la proyección de la aeronave civil supersónica, transporte civil futuro, o el diseño de un piloto automático para un cohete de lanzamiento. De esta manera, la industria manufacturera contribuye a una economía estable y una sociedad con mejores oportunidades (Liu y Jiang, 2016; Quintero-Rosas *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2019; Dong *et al.*, 2019).

Un cuarto y último escenario corresponde al aprendizaje del vuelo de vehículos aeronáuticos y aeroespaciales con la pretensión de resolver los límites del rendimiento humano para garantizar un vuelo seguro e ininterrumpido. La formación en sistemas inteligentes para la industria aeroespacial permite que éstos se modifiquen o mejoren con la transferencia de información. Un avión de entrenamiento ágil y maniobrable que forma parte de un sistema de formación integrado, permite generar un entorno virtual en vivo y constructivo, realizar el entrenamiento aéreo de pilotos de combate, o reconfigurar los aviones *morphing* en vuelo de manera remota (Demminger *et al.*, 2016; Bridel *et al.*, 2019; Gong *et al.*, 2019; Kirwan *et al.*, 2019).

Las competencias en la formación profesional afín a la industria aeroespacial se pueden sintetizar en: reflexión crítica, responsabilidades profesionales y éticas, comunicación de métodos matemáticos, consulta y análisis de las ciencias de la ingeniería, resolución de problemas de ingeniería y tecnología, habilidades en los principios generales de diseño, trabajo por objetivos comunes y prácticas empresariales (Lappas y Kourousis, 2016).

Estrategias pedagógicas

Se identificaron algunas estrategias institucionales y pedagógicas que pueden contribuir a fomentar los aprendizajes requeridos en la aeroespacialidad y la empleabilidad del futuro.



En la primera, se referencian algunas estrategias que están implementando las instituciones universitarias para estimular y desarrollar los nuevos aprendizajes. La Universidad Espacial Internacional (ISU), en Francia, extiende la formación en ciencias espaciales a profesionales de diversas disciplinas en programas posgraduales. Algunos de los 10 centros de investigación de la NASA (2021) ofrecen actividades orientadas hacia el desarrollo de las áreas STEM en la educación escolar. Brasil ofrece programas de formación virtual de alta calidad en sistemas inteligentes aplicados a negocios de distintos campos profesionales. Sin embargo, se requiere que un número significativo de instituciones que ofrecen aprendizajes relacionados con el campo aeroespacial, los hagan extensivos a otras profesiones.

En la segunda, se identificaron como estrategias pedagógicas para desarrollar nuevos aprendizajes: 1) los proyectos de gestión; 2) la interacción profesor-estudiante; 3) la utilización educativa de las aplicaciones de realidad aumentada, y 4) las prácticas empresariales.

Los proyectos de gestión preparan a los universitarios en el ejercicio profesional, integrando conocimientos en ciencia e ingeniería aeronáutica y aeroespacial, aplicados al diseño de una misión espacial a partir de microsátélites o CubeSats (Euroconsult, 2017; Bernelli-Zazzera *et al.*, 2018; Gutiérrez y Vargas, 2019; Isaacson *et al.*, 2020; López-Fernández *et al.*, 2020; Sharma *et al.*, 2020).

La interacción profesor-estudiante incide en los componentes motivacionales del aprendizaje, destacando la importancia de las conversaciones para mejorar la participación, comprensión y retención de los estudiantes. Esta interacción permite evaluar los aprendizajes al mismo tiempo que se desarrollan (Tuccio y Nevile, 2017; Mirkouei *et al.*, 2016; Kang, 2018; López-Fernández *et al.*, 2019). Se plantea también la necesidad de conocer más y en profundidad cómo la pedagogía a partir de la interacción profesor-estudiante puede facilitar el aprendizaje del

lenguaje de la programación de las máquinas inteligentes y la articulación de las áreas STEM a la formación humanística (Mirkouei *et al.*, 2016; English, 2016; Nebylov, 2019).

La utilización educativa de las aplicaciones de realidad aumentada permite conocer en tiempo real los efectos de los cambios en la distancia entre los cuerpos celestes, aprendizaje que se alcanza a través de la enseñanza de las áreas STEM y, en particular, mediante la realidad virtual inmersiva que permite fomentar el aprendizaje experiencial, anticipando las percepciones de los aviadores y los astronautas, quienes experimentan intensas reacciones emocionales cuando pasan de operaciones de órbita terrestre baja a exploración de larga duración, por tanto, las técnicas de relajación son útiles en las misiones espaciales (Mirkouei *et al.*, 2016; Concannon *et al.*, 2019; Lindner *et al.*, 2019; Pagnini *et al.*, 2019; Kanas, 2020).

Las prácticas empresariales o aprendizaje basado en el trabajo constituyen una oportunidad de articulación entre las instituciones oferentes y el ejercicio profesional, para que los jóvenes que han culminado sus estudios o continúan estudiando, puedan familiarizarse con los sistemas inteligentes; éstos sirven de apoyo para construir vínculos de colaboración en tiempo real entre universidades, organizaciones gubernamentales y empresas, y para gestionar prácticas sustentadas en el conocimiento de estos sistemas (Konnola *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2017; OIT, 2020).

En Alemania e Inglaterra, los aprendizajes son proporcionados por las prácticas del sector aeronáutico y aeroespacial en ambientes tecnológicamente avanzados. En la India, el trabajo colaborativo con socios tecnológicos y proveedores de servicios en la cadena de valor de la aviación, la industria aeroespacial y la aviónica ayuda a que los jóvenes y profesionales alcancen los aprendizajes demandados (Chua *et al.*, 2019; Lahiff *et al.*, 2019).

La articulación entre las prácticas empresariales y los aprendizajes en desarrollo constituyen una

brecha que deben resolver los programas de formación en la industria aeroespacial (Lappas y Kourousis, 2016; Bernelli-Zazzera *et al.*, 2018).

Desafíos de la industria aeroespacial frente a la empleabilidad del futuro

De los 158 documentos se seleccionaron 49 para responder la segunda pregunta sobre las demandas del ejercicio profesional en la industria aeroespacial, a nivel internacional y nacional, frente a los desafíos de la empleabilidad futura. Se encontró que la articulación entre la formación universitaria y el desempeño laboral está influenciada por el mercado laboral y el entorno global y requiere aprendizajes en constante renovación (Lappas y Kourousis, 2016; Espinosa-Munguía, 2018). En la empleabilidad futura tendrían mayores oportunidades laborales quienes posean estudios universitarios en sistemas inteligentes (Blázquez *et al.*, 2019). Es necesario que las contrataciones sean reconocidas por la sociedad y tengan un tratamiento fiscal y laboral favorable.

El sistema educativo puede responder a las necesidades reales de la empresa, apostándole a la incorporación de aprendizajes que faculten a los jóvenes para desenvolverse con acierto en circunstancias de cambio, y les permita asumir las exigencias del mercado laboral (OCDE, 2018; Blázquez *et al.*, 2019; OIT, 2020).

Las oportunidades y beneficios que ofrece la innovación espacial impactan positivamente la economía y las interacciones Estado-empresa-educación, las cuales, pueden favorecer la formación e inserción de los jóvenes en el mundo de los negocios. En Latinoamérica, cuando la industria aeroespacial no se expande, tampoco se desarrollan otros campos profesionales. Esta situación puede ocasionar bajos niveles de educación de los jóvenes y desempleo (OCDE, 2016a; Manacorda *et al.*, 2017; Vázquez y Bocanegra, 2018; Blázquez *et al.*, 2019).

Alternar tecnologías apoyadas en el trabajo transdisciplinario permite adaptar las prácticas con las

exigencias de la gestión del conocimiento, como la adopción de fórmulas mixtas de estudio-trabajo, las prácticas al final de un ciclo formativo, o la contratación de profesionales jóvenes y estudiantes en prácticas en las empresas, prácticas que previenen el desempleo (OCDE, 2016b; Cerchione y Esposito, 2017).

La utilización de las tecnologías espaciales en las actividades cotidianas ha acrecentado el vínculo entre la humanidad y el espacio, debido a que, según estudios realizados en astrofísica, el material del que están hechas las estrellas, el gas y polvo alrededor de éstas son los mismos que componen el cuerpo humano. Se pretende consolidar el vínculo entre la humanidad y el espacio mediante el trabajo en colaboración con las fuerzas aéreas, las agencias espaciales, empresas y universidades en el mundo (Rosenberg *et al.*, 2018; Álvarez y Corredor, 2019).

En Latinoamérica, se busca fortalecer este vínculo promoviendo las actividades espaciales. En Colombia es necesario incluir otros sectores que permitan financiar proyectos, estimular la continuidad, el crecimiento y el establecimiento de redes de cooperación, para la creación de tecnologías y un mayor desarrollo en las ciencias espaciales (Álvarez *et al.*, 2019; Gutiérrez y Vargas, 2019).

Conclusiones

De la revisión sistemática de literatura (2016-2021) se ha concluido que hay un crecimiento de la industria aeroespacial a nivel global y se proyecta mantener este ritmo durante los próximos años. La educación aeroespacial ha empezado a tener un papel protagónico y la producción científica se ha incrementado durante este último quinquenio. Sin embargo, se requiere continuar potenciando la investigación, especialmente en Latinoamérica, para asegurar la empleabilidad del futuro en la industria aeroespacial y en otras profesiones.

A partir del análisis del *corpus* textual, se encontró que existen 62 instituciones de educación superior con programas de formación profesional, de grado



y posgrado, afines a la industria aeroespacial en astronomía, astrofísica, educación en ciencias e ingenierías —informática, aeronáutica y aeroespacial—. La mayor oferta se presenta en Norteamérica (24), seguida de Europa (21) y Oceanía (11), siendo Latinoamérica (5) la región con el menor número de programas.

Los aprendizajes desarrollados en los programas ofertados en la industria aeroespacial también son requeridos por la empleabilidad del futuro en diferentes campos profesionales. Los sistemas inteligentes y la tecnología espacial ofrecida por esos programas pueden servir de referente para actualizar los aprendizajes de otras profesiones, ampliando el campo ocupacional y generando nuevos negocios.

La formación profesional en las áreas afines a la industria aeroespacial requiere integrar la competencia técnica y ética para generar un compromiso ético de la humanidad con el planeta Tierra y el cosmos en la exploración espacial. Si bien los avances en este campo han aportado progreso a la humanidad pueden revertirse en contra de la misma, si no está mediada por criterios éticos en la toma de decisiones.

Debido a que la industria aeroespacial cuenta con un alto componente tecnológico, este sector es hoy en día un referente para la creación y sostenibilidad

de las empresas. Por tanto, es necesario asegurar los nuevos saberes técnicos que demanda el sector en torno a la inteligencia artificial, así como en los nuevos perfiles profesionales.

Se considera relevante realizar estudios sobre la articulación entre la formación universitaria y el ejercicio profesional en la educación aeroespacial, porque éstos pueden contribuir a fortalecer la pertinencia y la calidad de la formación profesional en las áreas afines y, a su vez, constituirse en un referente para realizar investigaciones en otras profesiones. Esto favorecería el incremento de la empleabilidad a los jóvenes, la competencia profesional y el desarrollo en el sector. La articulación entre la formación universitaria y el ejercicio profesional exige una estrategia pedagógica que haga posible este desafío.

Aunque los programas de formación de Norteamérica constituyen un referente y un apoyo para otros programas de formación en Latinoamérica, la región demanda un gran esfuerzo en infraestructura y formación del talento humano para incursionar en el *New Space*.

Se hace necesaria la investigación para aportar conocimiento que promueva la formulación de políticas públicas en Latinoamérica relacionadas con la formación gradual y posgradual en la aeroespacialidad y el financiamiento de la industria aeroespacial. ■

Referencias

- Afful, Andoh, Margaret Hamilton y Alex Kootsookos (2020), "Towards space science education: a study of student's perceptions of the role and value of a space science program", *Acta Astronautica*, num. 167, pp. 351-359. <<https://bit.ly/3yZZhEO>> .
- Agencia Espacial Mexicana (2016), *Conferencia Espacial de las Américas CEA*, <<https://bit.ly/3chtbdY>>
- Ajtyamov, Rustam, Rob Vingerhoeds y Alessandro Golkar (2019), "Identification of adaptation opportunities for federated satellite systems", *Journal of Spacecraft and Rockets*, vol. 3, num. 56, pp. 620-629, <<https://bit.ly/3z0ZMyw>>.
- Álvarez, Carlos y Carlos Corredor (2019), "El espacio ultraterrestre y el derecho internacional", en Carlos Álvarez y Carlos Corredor (eds.), *El espacio exterior: una oportunidad infinita para Colombia*, vol. 1, Bogotá, ESDG-FAC, pp. 193-236, <<https://bit.ly/3cfXSjQ>>.
- Álvarez, Carlos, Álvaro Molano, Carlos Corredor y Martín Zorrilla (2019), "Programa El espacio exterior, escenario de competencia o cooperación en América del Sur: los casos de Argentina, Brasil, México y Venezuela", en Carlos Álvarez y Carlos Corredor (eds.), *El espacio exterior: una oportunidad infinita para Colombia*, vol. 1, Bogotá, ESDG-FAC, pp. 237-281, <<https://bit.ly/3tFjtN>>.
- Álvarez, Carlos y Robert Quiroga (2019), "Programas espaciales de Europa, Norteamérica de América, Federación Rusa y República Popular China", en Carlos Álvarez y Carlos Corredor (eds.), *El espacio exterior: una oportunidad infinita para Colombia*, vol. 1, Bogotá, ESDG-FAC, pp. 283-327, <<https://bit.ly/3LiBqW2>>.
- Atlas/ti (2021), *Software científico y técnico*, <<https://bit.ly/3cj6ENX>>.
- Balogh, Werner, LucSt-Pierre y Simonetta Di Pippo (2017), "Towards a results-based management approach for capacity-building in space science, technology and applications to support the implementation of the 2030 agenda for sustainable development", *Acta Astronautica*, núm. 139, pp. 385-389, <<https://bit.ly/3gcsofD>>.
- Bernelli-Zazzera, Franco, Maria Martin-Prats *et al.* (2018), "Proposal for a EU quality label for aerospace education", *INCAS Bulletin*, vol. 10, num. 2, pp. 5-16, <<https://bit.ly/3fMRrqq>>.
- Bochinger, Steve (2016), "Space exploration in the space economy", en *Symposium to strengthen the partnership with industry the role of industry in space exploration*, Vienna, Euroconsult, pp. 1-15, <<https://bit.ly/3wo2dse>>.
- Bohlmann, Ulrike y Valerie Koller (2020), "ESA and the Arctic - The European Space Agency's contributions to a sustainable Arctic", *Acta Astronautica*, núm. 176, pp. 33-39, <<https://bit.ly/3fM3PH8>>.
- Bueno, R., F. Giro y M. Gutiérrez-Orrantía (2017), "An overview on european manufacturing research visions and roadmaps as an answer to economical and societal challenges and opportunities", *Procedia Manufacturing*, núm. 13, pp. 1455-1462, <<https://bit.ly/3z0NohR>>.
- Blázquez, María, Roger Masclans y Jordi Canals (2019), *El futuro del empleo y las competencias profesionales del futuro: la perspectiva de las empresas*, Barcelona, IESE, ST-490, <<https://bit.ly/3vVt5As>>.
- Bridel, Georges, Zdobyslaw Goraj, Lukasz Kiszowski *et al.* (2019), "Janus – a new approach to air combat pilot training", *Transactions on Aerospace Research*, vol. 4, núm. 257, pp. 7-22, <<https://bit.ly/3vRMBOm>>.
- Cerchione, Roberto y Emilio Esposito (2017), "Using knowledge management systems: a taxonomy of SME strategies", *International Journal of Information Management*, vol. 1, núm. 37, pp. 1551-1562, <<https://bit.ly/3vL5mCZ>>.
- Concannon, Brendan, Shaniff Esmail y Mary Roduta (2019), "Head-mounted display virtual reality in post-secondary education and skill training", *Frontiers in Education*, vol. 4, núm. 80, pp. 1-23, <<https://bit.ly/3cd7GuI>>.
- Conpes (2020), *Política de desarrollo espacial: condiciones habilitantes para el impulso de la competitividad nacional* [Documento Conpes 3983], <<https://bit.ly/3ch4HkR>>.
- Copous (2020), "Decisions and actions by the committee



- on the peaceful uses of outer space and its legal subcommittee taken by written procedure” [acta 12 october 2020], en *Continuity of the work of the committee on the peaceful uses of outer space and its subsidiary bodies*, Nueva York, United Nations, <<https://bit.ly/3uQFWT2>>.
- Chen, Min, Zihao Jia *et al.* (2019), “Research on simulation and performance optimization of mach 4 civil aircraft propulsion concept. International”, *Journal of Aerospace Engineering*, núm. 2918646, <<https://bit.ly/3wRXO1t>>.
- Chua, Kim, Sujiv Nair y M. Ganesh (2019), “Strategies in developing an aviation y aerospace skill ecosystem for the State of Telangana, India – case study of TASK-Telangana Academy for skill and knowledge”, *International Journal of Aviation, Aeronautics and Aerospace*, vol. 6, núm. 1, pp. 1-11, <<https://bit.ly/3uSHKei>>.
- Dallas, J., J. Raval *et al.* (2020), “Mining beyond Earth for sustainable development: will humanity benefit from resource extraction in outer space?”, *Acta Astronautica*, núm. 167, pp. 181-188, <<https://bit.ly/3vTVtCU>>.
- Demminger, Christian, Iryna Mozgova *et al.* (2016), “The concept of technical inheritance in operation: analysis of the information flow in the life cycle of smart products”, *Procedia Computer Science*, núm. 26, pp. 79-88, <<https://bit.ly/3uPDEDQ>>.
- Dempsey, P. (2016), “National laws governing commercial space activities: legislation, regulation and enforcement”, *Journal of International Law and Business*, vol. 36, núm. 1, pp. 1-44, <<https://bit.ly/3fUbX8E>>.
- Denis, Gil, Didier Alary *et al.* (2020), “From new space to big space: how commercial space dream is becoming a reality”, *Acta Astronautica*, USA, núm. 166, pp. 431-443, <<https://bit.ly/2Tx4nYK>>.
- Diego-Mantecón, J. (2021), “Proyectos STEAM con formato KIKS para el desarrollo de competencias clave”, *Comunicar*, núm. 66, pp. 33-43, <<https://bit.ly/2S5YqBY>>.
- Domagal-Goldman, Shawn y Katherine Wright (eds.) (2016), “The astrobiology. Primer v2.0”, *Mary Ann Liebert, Inc., Publishers*, vol. 8, núm. 16, pp. 561-653, <<https://bit.ly/2ST7Ssg>>.
- Dong, Tian, Changjian Zhao y Zhiguo Song (2019), “Autopilot design for a compound control small-scale solid rocket in the initial stage of launch”, *International Journal of Aerospace Engineering*, núm. 4749109, pp. 1-11, <<https://bit.ly/34SysEt>>.
- Euroconsult (2020), *Prospects for space exploration-an economic and strategic assessment of the space exploration sector*, París, <<https://bit.ly/2RjgoAi>>.
- Euroconsult (2017), *The satellite value chain satellite value chain: snapshot 2017 key trends and indicators on supply y demand of the world commercial satellite industry – an extract*, París, <<https://bit.ly/3e4P9S9>>.
- English, Lyn (2016), “STEM education K-12: perspectives on integration”, *International Journal of STEM Education*, núm. 3, <<https://bit.ly/3ihtEjW>>.
- Erlingsson, Christen y Petra Brysiewicz (2017), “A hands-on guide to doing content analysis”, *African Journal of Emergency Medicine*, núm. 7, pp. 93-99, <<https://bit.ly/2SWnf38>>.
- Espinosa-Munguía, M. (2018), “Tendencias recientes de la vinculación universitaria con el entorno. Desafíos relacionados con una pertinencia social integral”, *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, vol. 9, núm. 26, pp. 110-129, <<https://bit.ly/3xfnHbX>>.
- Ferreira, Cleiton, Flávio Piechnicki, Eduardo de Freitas y Eduardo Alves (2017), “Mining shop-floor data for preventive maintenance management: integrating probabilistic and predictive models”, *Procedia Manufacturing*, núm. 11, pp. 1127-1134, <<https://bit.ly/3z3eJjm>>.
- García-Peñalvo, F. (2017), “Revisión sistemática de literatura en los trabajos de final de máster y en las tesis doctorales” [diapositivas], España, Universidad de Salamanca, Grupo GRIAL, <<https://bit.ly/3uQ58ZO>>.
- Gazica, Michele, Erin Bowen, Michael McCaaron y Kristen Chadwell (2018), “Called to safety? Individual and combined effects of safety climate and occupational callings on aviator safety performance”, *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research (JAAER)*, vol. 28, núm. 1, pp. 1-24, <<https://bit.ly/2RoADwG>>.
- Gong, Ligang, Qing Wang, Chaoyang Dong y Kewei Zhong (2019), “Prescribed performance control

- of morphing aircraft based on switched nonlinear systems and reinforcement learning”, *Measurement and Control*, vol. 52, núm. 5-6, pp. 608-624, <<https://bit.ly/3vTs8Zi>>.
- Gutiérrez, Raúl y Santiago Vargas (2019), “Dimensión espacial de la ciencia y la tecnología de Colombia”, en *El cielo no es el límite: el futuro estelar de Colombia*, vol. 2, Bogotá, ESDG-FAC, pp. 83-160, <<https://bit.ly/2UTY4iy>>.
- IESE Insight (2021), *Aventuras corporativas con empresas emergentes de tecnología profunda: lecciones aprendidas de Asia*, Barcelona, <<https://bit.ly/2Ti30gR>>.
- Isaacson, Sivan, Lonia Friedlander *et al.* (2020), “She Space: a multi-disciplinary, project-based learning program for high school girls”, *Acta Astronautica*, núm. 168, pp. 155-163, <<https://bit.ly/3vRnNpI>>.
- Johnson, A. (2020), “Cosmopolitanism, cosmopolitics and cosmopoetics in the mexican space industry”, *Review of International American Studies*, vol. 13, núm. 2, pp. 123-144, <<https://bit.ly/3ktfJsr>>.
- Johnson, M. (2019), “Smart technology: tools to bridge the skill-gap and bring in new workers”, *Aeronautics and Aerospace Open Access Journal*, vol. 3, núm. 4, pp. 155-158, <<https://bit.ly/3phhzwK>>.
- Kanas, N. (2020), “Spirituality, humanism and the overview effect during manned space missions”, *Acta Astronautica*, núm. 166, pp. 525-528, <<https://bit.ly/34IosxP>>.
- Kang, Zihou, Mattlyn Dragoo *et al.* (2018), “Adaptive learning pedagogy of universal design for learning (UDL) for multimodal training”, *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, vol. 27, núm. 1, pp. 23-48, <<https://bit.ly/3g5sTrH>>.
- Kirwan, Barry, Matías Wies, Rebeca Charles y Carlos Dormoy (2019), “Charting the edges of human performance”, *MATEC Web of Conferences*, núm. 304, <<https://bit.ly/3wWE3WE>>.
- Konnola, Kaisa, Samuli Suomi *et al.* (2016), “Can embedded space system development benefit from agile practices?”, *EURASIP Journal on Embedded Systems*, núm. 3, <<https://bit.ly/3vQb4n8>>.
- Kumari, Phani, Shalini Manchikatla y Prasad Yarlagadda (2017), “Digital manufacturing-applications past, current and future trends”, *Procedia Engineering*, núm. 174, pp. 982-991, <<https://bit.ly/3fQwquT>>.
- Knudsen, Kevin y Mark Blackburn (2016), “A knowledge and analytics-based framework and model for forecasting program schedule performance”, *Procedia Computer Science*, núm. 95, pp. 319-326, <<https://bit.ly/3wX6940>>.
- Lahiff, Ann, Junmin Li *et al.* (2019), “Industrial standardisation as a driver for cross-national convergence in training processes: aviation maintenance apprenticeships in England and Germany”, *European Journal of Training and Development*, vol. 43, núm. 7-8, pp. 752-766, <<https://bit.ly/34N1dm0>>.
- Lappas, Ilias y Kyriakos Kourousis (2016), “Anticipating the need for new skills for the future aerospace and aviation professionals”, *Journal of Aerospace Technology and Management*, vol. 8, núm. 2, pp. 232-241, <<https://bit.ly/3hNeEtO>>.
- Lemos, Julio y Milton Freitas (2016), “Application of maturity assessment tools in the innovation process: converting system’s emergent properties into technological knowledge”, *RAI Revista de Administração e Inovação*, núm. 13, pp. 145-153, <<https://bit.ly/34Of5wm>>.
- Liu, Chao y Pingyu Jiang (2016), “A cyber-physical system architecture in shop floor for intelligent manufacturing”, *Procedia CIRP*, núm. 56, pp. 372-377, <<https://bit.ly/3z1li3y>>.
- Lindner, Claudia, Andreas Rienow y Carsten Jürgens (2019), “Augmented reality applications as digital experiments for education – an example in the Earth-Moon system”, *Acta Astronautica*, núm. 161, pp. 66-74, <<https://bit.ly/3vRFaGX>>.
- López-Fernández, Daniel, José Ezquerro *et al.* (2019), “Motivational impact of active learning methods in aerospace engineering students”, *Acta Astronautica*, núm. 165, pp. 344-354. <<https://bit.ly/3g9PfZa>>.
- López-Fernández, Daniel, Pablo Salgado, Juan del Cura y Álvaro Bello (2020), “Challenge-based learning in aerospace engineering education: the ESA concurrent engineering challenge at the technical University of Madrid”, *Acta Astronautica*, núm. 171, pp. 369-377, <<https://bit.ly/3pjlFEu>>.



- Malazita, J. (2017), “Astrobiology’s cosmopolitics and the search for an origin myth for the anthropocene”, *Biol Theory*, núm. 13, pp. 111-120, <<https://bit.ly/2UBSlxJ>>.
- Manacorda, Marco, Furio Rosati, Marco Ranzani y Giuseppe Dachille (2017), “Pathways from school to work in the developing world”, *IZA Journal of Labor y Development*, vol. 6, núm. 1, pp. 1-40, <<https://bit.ly/3uQP4qI>>.
- Marín, S. (2019), *Sostenibilidad y RCS: cátedra CaixaBank de responsabilidad social corporativa*, Barcelona, IESE, núm. 41 ST-514, <<https://bit.ly/3iqu3Py>>.
- Martinsen, Kristian, Jonathan Downey e Ivanna Baturynska (2016), “Human-machine interface for artificial neural network based machine tool process monitoring”, *Procedia CIRP*, núm. 41, pp. 933-938, <<https://bit.ly/3uK0pcp>>.
- Matos, Fabiana, Edson Aparecida y Marcela Barbosa (2016), “Innovation development process in small and medium technology-based companies”, *RAI Revista de Administração e Inovação*, núm. 13, pp. 176-189, <<https://bit.ly/3vRGhX9>>.
- Mirkouei, Amin, Raunak Bhinge *et al.* (2016), “A pedagogical module framework to improve scaffolded active learning in manufacturing engineering education”, *Procedia Manufacturing*, núm. 5, pp. 1128-1142, <<https://bit.ly/3uOB698>>.
- McAdam, Rodney, Brendan Galbraith *et al.* (2016), “The role of lean at the interface with between operations management and applied services within a large aerospace organisation: a boundary spanning perspective”, *Production Planning y Control: The Management of Operations*, vol. 27, núm. 15, pp. 1298-1311, <<https://bit.ly/3g39NCu>>.
- NASA (2021), *Student launch. Handbook and request for proposal*, EUA, NASA, <<https://go.nasa.gov/3hCHoFl>>.
- NASA (2016), *NASA Education*, EUA, NASA, <<https://go.nasa.gov/3eftW8o>>.
- Nebylov, A. (2019), “Control technologies and instrumentation in aerospace engineering”, *IFAC PapersOnLine*, vol. 52, núm. 12, pp. 472-477, <<https://bit.ly/3z48YBZ>>.
- OIT (2020), *Toolkit for quality apprenticeships. Guide for practitioners. For developing, implementing, monitoring and evaluating apprenticeship programmes*, vol. 2, Genova, <<https://bit.ly/3wW9y2V>>.
- OCDE (2018), *The future of education and skills: education 2030*, París, OCDE, <<https://bit.ly/3vP6iX6>>.
- OCDE (2016a), *Space and innovation*, París, OCDE, <<https://bit.ly/3g9QV4U>>.
- OCDE (2016b), *Science, technology and innovation outlook*, París, OCDE, <<https://bit.ly/3uQge0U>>.
- Pagnini, Francesco, Deborah Phillips, Katherine Bercovitz y Ellen Langer (2019), “Mindfulness and relaxation training for long duration spaceflight: Evidences from analog environments and military settings”, *Acta Astronautica*, núm. 165, pp. 1-8. <<https://bit.ly/2SWAj8y>>.
- Quintero-Rosas, Veronica, Mario Camarillo-Ramos *et al.* (2018), “Adaptabilidad en la producción aeroespacial utilizando sistemas ciberfísicos”, *Revista Industrial Data*, vol. 21, núm. 1, pp. 7-16, <<https://bit.ly/3vPgK0N>>.
- Rosenberg, Marissa, Pedro Russo, Georgia Bladon y Lars Lindber (2018), *La astronomía en la vida cotidiana* [trad. Mariana Lanzara], París, International Astronomical Union, <<https://bit.ly/2SbYwI1>>.
- Ruiz, Laura y Edgar Gómez (2020), “La nueva carrera por el dominio del espacio ultraterrestre”, *Ciencia y Poder Aéreo*, vol. 15, núm. 2, pp. 32-52, <<https://bit.ly/3gbD3a6>>.
- Sagath, Daniel, Christopher Vasko, Elco van Burg y Christina Giannopapa (2019), “Development of national space governance and policy trends in member states of the European Space Agency”, *Acta Astronautica*, núm. 165, pp. 43-53, <<https://bit.ly/3vSJe9L>>.
- Siota, Josemaria y Maria Prats (2021), *Open innovation. How corporate giants can better collaborate with deep-tech start-ups. The Case of East and Southeast Asia*, Barcelona, IESE, <<https://bit.ly/3xOF3wD>>.
- Socas-Navarro, Hector, Jacob Haqq-Misra *et al.* (2021), “Concepts for future missions to search for technosignatures”, *Acta Astronautica*, núm. 182, pp. 446-453, <<https://bit.ly/34Seiuh>>.

- Suleman, F. (2016), “Employability skills of higher education graduates: little consensus on a much-discussed subject”, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, núm. 228, pp. 169-174, <<https://bit.ly/3po1m91>>.
- Sharma, Aashish, Himanish Dutt, Naveen Venkat y Santosh Madeva (2020), “Impact of project based learning methodology in engineering”, *Procedia Computer Science*, núm. 172, pp. 922-926, <<https://bit.ly/3uJFwOo>>.
- The World University Rankings (2020), Global University Employability Ranking, en *Times Higher Education*, United Kingdom, <<https://bit.ly/2Tjs9YG>>.
- Tuccio, William y Maurice Nevile (2017), “Using conversation analysis in data-driven aviation training with large-scale qualitative datasets”, *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research (JAAER)*, vol. 26, núm. 1, pp. 1-47, <<https://bit.ly/34N63ja>>.
- USA Bureau of Labor Statistics (2020), *Occupational employment and wages*, mayo, <<https://bit.ly/3dNmAsl>>.
- Vázquez, Miguel y Carmen Bocanegra (2018), “La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora”, *Revista Problemas del Desarrollo*, vol. 49, núm., 195. <<https://bit.ly/2Rnr0hK>>.

Cómo citar este artículo:

Gutiérrez-Rincón, Carolina-Paola y Luz-Yolanda Sandoval-Estupiñan (2022), “Formación profesional y desafíos de empleabilidad en la industria aeroespacial: estado de la cuestión”, *Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)*, vol. XIII, núm. 38, pp. 164-181, DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2022.38.1517> [Consulta: fecha de última consulta].