

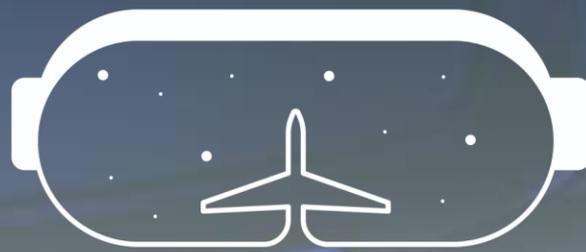


areola

Guía de Implementación de Aprendizaje Mixto



Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son únicamente las del autor(es) y no necesariamente reflejan las de la Unión Europea o la Comisión Europea. Ni la Unión Europea ni la Comisión Europea pueden ser responsables de ellas. El apoyo de la Comisión Europea a la producción de esta publicación no constituye un respaldo de los contenidos, que reflejan únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no puede ser responsable de cualquier uso que se haga de la información contenida en ella.



areola

Revisión	Fecha	Autor/Organización	Descripción
1 st	02.10.2023	Líder PR5 – EWF	Diseño de una plantilla para orientar al socio en el desarrollo de PR5.
2 nd		Todos los socios	Contribuciones al documento
3 rd	09.02.2024	Líder PR5 – EWF	Harmonización del documento
4 th	14.02.2024	Todos los socios	Validación de la versión borrador, previa a revisión por pares
5 th	19.02.2024	MTC	Revisión por pares
6 th	27.02.2024	Todos los socios	Versión final

Contenidos

1. Introducción	3
2. Un marco para la formación mixta	3
3. Objetivos del Proyecto AREOLA. Implementación.....	6
3.1. Aprendizaje mixto en el Sistema Internacional de Cualificación en Fabricación Aditiva: Estado del arte.....	6
3.2 Propuesta de AREOLA para implementar la formación mixta en el sistema IAMQS	10
3.3 Recomendaciones para la impartición de formación mixta empleando herramientas RE	11
4. Transferibilidad y sostenibilidad	18
5. Conclusiones	20
Anexo.	21

Tabla de figuras

Figura 1: Valor añadido de la formación mixta.....	4
Figura 2:Screening de Formación mixta/RE	5
Figura 3: Aspectos clave de la guía IAB – 195 sobre formación mixta.....	7
Figura 4: Visión general de la Unidades de Competencia del perfil profesional de operador PBF-LB Metal	13
Figura 5: Guía para la Unidad de Competencia 19 del Sistema IAMQS.....	14
Figura 6: Descripción del proceso de transferenciaa de los resultados de AREOLA a otras cualificaciones	19

1. Introducción

El objetivo de este informe es respaldar la futura formación europea en Fabricación Aditiva (FA) mediante metodologías innovadoras de aprendizaje mixto, en alineación con los requisitos del Sistema Internacional de Cualificación en Fabricación Aditiva (siglas “IAMQS” en inglés, International Additive Manufacturing Qualification System). Los contenidos de este informe incluyen un enfoque integral de la metodología de aprendizaje mixto, señalan los métodos de enseñanza que pueden utilizarse bajo en el aprendizaje mixto, así como el valor añadido de utilizar dichos métodos en labores de formación.

Además, el informe muestra los resultados del proyecto AREOLA y su implementación en el IAMQS. Al incluir materiales teóricos y herramientas de formación virtual, adaptados para los operadores de PBF-LB (siglas correspondiente con el término inglés “Powder Bed Fusion, Laser Beam”) en el sector aeroespacial, AREOLA está impulsando el interés del sistema IAMQS entre diferentes sectores, a la vez que incrementa el interés del mismo en el campo de la formación profesional, ampliando el alcance de la formación, considerando sus necesidades específicas y proporcionando materiales de formación innovadores. Las herramientas de Realidad Extendida (RE) desarrolladas fueron validadas por alumnos durante las actividades piloto, mediante una evaluación práctica y cuestionarios de retroalimentación. Además, para validar el enfoque, las actividades piloto incluyeron una comparación entre los métodos de enseñanza con herramientas prácticas y RE.

Finalmente, se presenta un conjunto de recomendaciones, basadas en las lecciones aprendidas de las actividades piloto desarrolladas en la actividad del proyecto AREOLA PR4 - Comparación entre las diferentes estrategias de aprendizaje y enseñanza. El informe concluye con un enfoque paso a paso sobre cómo transferir los resultados de AREOLA a varias cualificaciones, proporcionando un plan de continuidad sostenible para los resultados del proyecto AREOLA.

2. Un marco para la formación mixta

El aprendizaje mixto combina dos formas de aprendizaje, el aprendizaje en línea y el aprendizaje presencial, con las dos formas de aprendizaje fusionadas didácticamente en un concepto unificado. De manera ideal, ambas formas de aprendizaje se utilizan de manera óptima, por ejemplo, para impartir conocimientos factuales en una fase de autoaprendizaje mediante el aprendizaje en línea y luego profundizar y aplicar esto en la práctica en una fase presencial.

En respuesta a la pandemia de coronavirus, la Comisión Europea publicó una propuesta de Recomendación del Consejo sobre aprendizaje mixto para una educación primaria y secundaria de calidad e inclusiva en agosto de 2021 [CELEX 52021DC0455, página 4]. Según esta propuesta, la definición de aprendizaje mixto se ha ampliado, y el aprendizaje mixto se da cuando en una acción formativa se sigue un proceso de aprendizaje que aúna más de un enfoque:

- Combinación de ambientes de aula y a distancia;

- Combinación de diferentes herramientas de aprendizaje, que pueden ser digitales (incluyendo en línea) y no digitales, como parte de las tareas de aprendizaje.

La sustitución de ejercicios prácticos en los sistemas con herramientas de RE elegidas en el proyecto AREOLA, por lo tanto, también debe entenderse como aprendizaje mixto, independientemente de si la formación se realiza en forma presencial en el aula o en línea en diferentes lugares de aprendizaje.

Hay pues varios métodos de enseñanza que se pueden utilizar en el aprendizaje mixto:

- Presencial (relación tradicional estudiante-profesor).
- Rotación (los estudiantes se mueven de una estación/actividad a la siguiente).
- Flexible (los estudiantes determinan su propio camino de aprendizaje - el profesor actúa como mentor).
- Gamificación (con elementos de juego: por ejemplo, los estudiantes compiten entre sí y avanzan de nivel en nivel).
- Laboratorio en línea (aprendizaje completamente en línea para profundizar el conocimiento).
- Auto formación mixta (involucramiento de estudiantes interesados en documentos técnicos, blogs, tutoriales en video, etc.).

El aprendizaje mixto introduce enfoques innovadores para la formación. Además, también es una forma potencial de impartir formación de manera más flexible, mejorando la experiencia del alumno mientras se mantiene y garantiza la calidad. Se muestra un resumen del valor añadido del aprendizaje mixto en la formación en la Figura 1:

Colaboración Global e Intercambio de Conocimiento	Integración de Tecnologías Emergentes	Optimización de los Recursos de Formación
<ul style="list-style-type: none"> - El aprendizaje mixto rompe las barreras geográficas. - Integración de diversas perspectivas de expertos internacionales. - Facilitado por plataformas en línea. - Mejora la riqueza de los programas de formación. - El enfoque colaborativo garantiza la relevancia global. - Alinea las cualificaciones con los avances recientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seamless integration of emerging technologies into training curricula. • Utilization of virtual simulations and interactive modules. • Integración fluida de tecnologías emergentes en los planes de estudio de formación. • Utilización de simulaciones virtuales y módulos interactivos. • Ayuda a los profesionales a mantenerse al día con los avances en procesos de FA, materiales y tecnologías digitales. • Garantiza una formación práctica, atractiva y reflexiva. • Refleja los últimos avances de la industria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimiza la utilización de los recursos de formación. • Enfoque rentable y escalable. • Despliegue estratégico de recursos. • Garantiza accesibilidad a un público más amplio. • Abre oportunidades para asociaciones con líderes de la industria. • Aprovecha la experiencia para mejorar la experiencia de formación.

Figura 1: Valor añadido de la formación mixta

El enfoque seguido en el proyecto AREOLA es complementar contenido de formación aeroespacial específico en el programa general de formación de operadores de PBF-LB y, si es necesario, poder realizar acciones de formación en línea. Aquí es donde entran en juego las herramientas de RE para poder sustituir elementos de formación práctica con contenidos digitales. El procedimiento paso a paso se muestra en la Figura 2 y puede ser revisado en detalle en el informe correspondiente con el PR1 del proyecto.

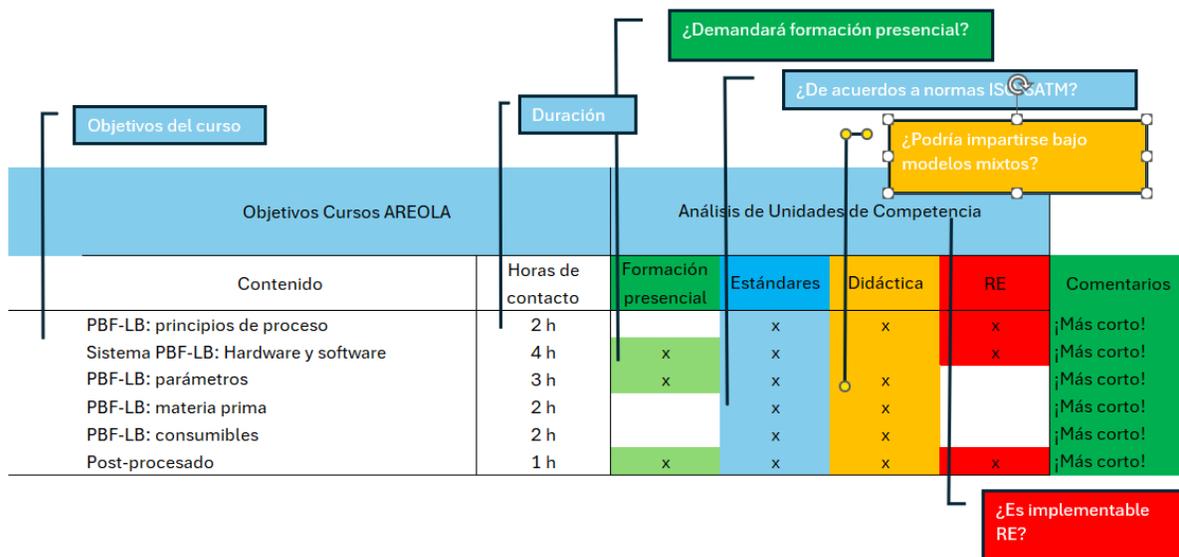


Figura 2 de screening de Formación mixta/RE

Cada contenido de aprendizaje fue evaluado en función de los siguientes enfoques que podrían implementarse, a saber:

- Formación (físico-presencial)
- Didáctica (conceptos de aprendizaje como el eLearning)
- RE - contenido de realidad extendida (realidad aumentada y virtual)

Además, se verificó la conformidad del respectivo contenido de aprendizaje con la norma ISO/ASTM 52942 "Fabricación aditiva - Principios de calificación - Calificación de operadores de máquinas de fusión de polvo metálico con láser y equipos utilizados en la industria aeroespacial", en la medida de lo posible, en función de los datos disponibles. Las herramientas pueden luego utilizarse para complementar acciones y herramientas de formación, acciones de aprendizaje basado en problemas, etc.

3. Objetivos del Proyecto AREOLA. Implementación.

Una de las motivaciones detrás del proyecto AREOLA es acelerar la transición digital en el sector de la educación. Para lograr este objetivo, el proyecto AREOLA desarrolló materiales teóricos desplegables en línea y herramientas de formación virtual específicamente diseñadas para operadores de PBF-LB, especialmente para aquellos que trabajan en el sector aeroespacial. Se llevaron a cabo dos etapas diferentes: pilotos teóricos y pilotos prácticos, estos últimos utilizando herramientas de RE. Durante la implementación de los pilotos, las principales preocupaciones fueron garantizar la impartición de las unidades de competencia y los procedimientos para impartir la formación (referidos al sistema IAMQS).

3.1. Aprendizaje mixto en el Sistema Internacional de Cualificación en Fabricación Aditiva: Estado del arte.

Los fundamentos del proyecto AREOLA se basan en el Sistema Internacional de Cualificación en Fabricación Aditiva (IAMQS). Este sistema abarca una serie de cualificaciones adaptadas a diferentes niveles de competencia en el campo de las tecnologías de FA, que están firmemente fundamentadas en los requisitos de la industria y validadas por expertos. El Sistema de Cualificación en FA es gestionado por la Federación Europea de Soldadura (EWF, por sus siglas en inglés) y cubre Cualificaciones en FA de Metales para Operadores, Diseñadores, Supervisores, Coordinadores e Ingenieros, así como una Cualificación en FA de Polímeros para Diseñadores.

El Sistema de Cualificación emplea una estructura modular organizada en unidades de resultados de aprendizaje, que definen el conocimiento y las habilidades esperadas que los alumnos deben adquirir al completar con éxito los cursos de formación. Se establece un único plan de estudios para cada nivel de cualificación, complementado por un sistema de evaluación y aseguramiento de la calidad armonizado basado en estándares de la industria.

Este sistema armonizado garantiza que los alumnos reciban las mismas cualificaciones independientemente del país donde realicen la formación, fomentando una colaboración más estrecha entre los centros de formación y las empresas de FA involucradas en el Sistema. El Sistema Internacional de Cualificaciones en FA encapsula de manera integral todos los procedimientos y pautas necesarios para establecer un sistema de aseguramiento de la calidad para los proveedores de formación en FA en toda Europa. Integra directrices de formación internacionales que pueden desarrollarse o adaptarse en función de los comentarios de las partes interesadas, incluidas las organizaciones de educación y formación profesional, los alumnos y el Consejo Internacional de Cualificación en FA.

Respecto al aprendizaje mixto, en la actualidad, el IAMQS prevé que todas las unidades de competencia teórica puedan impartirse mediante aprendizaje mixto. La excepción es para el proceso de evaluación, que debe realizarse en persona.

Para llevar a cabo el aprendizaje mixto, los centros de formación autorizados deben seguir un conjunto de requisitos para garantizar la calidad del aprendizaje. Estos requisitos se reflejan en la guía IAB - 195. Esta guía ha sido preparada, evaluada y formulada por el grupo de trabajo "Educación, Formación y Cualificación" de la Junta Internacional de Autorización (IIW) del Instituto Internacional de Soldadura (EWF) y proporciona el enfoque utilizando técnicas de aprendizaje mixto / e-learning. Una preocupación principal de este documento de referencia es garantizar que la calidad de los cursos impartidos en aprendizaje mixto sea equivalente a la de la enseñanza presencial. Para ello, la guía IAB - 195 refleja los requisitos mínimos para la educación, formación, examen y cualificación. El esquema siguiente resume los puntos clave incluidos en esta guía (ver la Figura 3 siguiente).



Figura 3: Aspectos clave de la guía IAB – 195 sobre formación mixta

Definición / Nomenclatura

Esta sección garantiza que el alcance de la guía sea claro para todos los usuarios. A continuación, se enumeran algunas de las definiciones:

Evaluación – Instrumento para revisar el proceso de aprendizaje.

Formación Mixta – Término que describe la formación, que una varias actividades basadas en eventos, incluyendo desde presentaciones/clases realizadas de manera presencial, hasta el autoestudio.

Formación en el aula – Formación tradicional impartida en el aula, conferencias web, seminarios online, videoconferencias, etc.

Aprendizaje a distancia - El aprendizaje a distancia es la educación (incluyendo, por ejemplo, el aprendizaje electrónico, video, multimedia interactivo) de estudiantes que no están físicamente presentes en una escuela o centro de formación.

E-Learning - La tecnología educativa se define como "el estudio y la práctica ética de facilitar el aprendizaje y mejorar el rendimiento mediante la creación, el uso y la gestión de procesos tecnológicos y recursos apropiados".

Evaluación progresiva - Varios métodos de evaluación, incluidos cuestionarios y ejercicios, que son adicionales al material de formación proporcionado y se utilizan para monitorear el progreso del estudiante. Estas evaluaciones son completadas por el estudiante y devueltas a la organización de formación para su evaluación.

Máxima duración de la formación mixta

La duración de una Unidad de Competencia (UC) se define en función de los requisitos mínimos necesarios para alcanzar los resultados de aprendizaje descritos. Las UCs muestran las horas de contacto (enseñanza) que se deben dedicar para lograrlos. Las horas de contacto recomendadas se distribuyen entre conferencias (A), proyectos/ejercicios asignados (B) y entrenamiento práctico (C).

Según las directrices del IAMQS, las UCs teóricas pueden impartirse en un contexto de formación mixta, utilizando tecnologías digitales en el aprendizaje a distancia. En AREOLA, la innovación se refiere al uso de estas tecnologías en la formación práctica, permitiendo que partes de la formación práctica se impartan de forma presencial o remota, por ejemplo, utilizando herramientas de RE.

Organización y gestión de cursos

Para utilizar eficazmente técnicas de formación mixta, los centros de formación necesitan recursos y procedimientos específicos para implementar estos cursos de manera aceptable y efectiva. Estos recursos y procedimientos incluyen:

- un plan de estudios / esquema detallado para cada curso.
- materiales de formación adecuados para el aprendizaje mixto.
- procedimientos y material para la evaluación progresiva de los estudiantes.
- una estructura de gestión efectiva que cubra la supervisión de estudiantes; comunicación electrónica; procedimientos internos de examen; distribución de materiales del curso y apoyo estudiantil.

De manera adicional, las herramientas que deben ser ofrecidas a los estudiantes son las siguientes:

- evaluación periódica de los materiales del curso y de los métodos de enseñanza,
- procesos para asegurar que el contenido impartido en la formación mixta / formación en línea sigue las guías adecuadas para el nivel de enseñanza previsto.

Métodos de enseñanza

El aprendizaje mixto puede impartirse siguiendo varios métodos de enseñanza. Estos métodos de enseñanza incluyen la enseñanza en el aula, el trabajo práctico, y en general, cualquier método mixto, dando lugar a diferentes combinaciones.

Los cursos pueden usar una proporción relativamente alta de formación en el aula (por encima de los niveles mínimos establecidos en las directrices). Los métodos de enseñanza elegidos deben estar adecuadamente equilibrados para garantizar que los resultados de aprendizaje sean equivalentes a los alcanzados en un aula convencional.

Seguimiento del progreso de los estudiantes

Además de la autoevaluación, se llevarán a cabo evaluaciones periódicas para cada módulo formativo, con el fin de evaluar el progreso de los estudiantes. Estas evaluaciones proporcionan retroalimentación a la organización de la formación para evaluar el progreso de los estudiantes. Algunos ejemplos pueden ser cuestionarios o casos de estudio.

Seguimiento de la asistencia y la participación

El seguimiento de la asistencia es obligatorio. Para ser evaluable, el alumno debe asistir al menos al 60% de las clases.

Estándares

La formación debe garantizar que los estudiantes tengan acceso a las normas aplicables, si son relevantes para el alcance de cada ítem de formación y según lo requerido por la directriz pertinente.

Evaluación

La evaluación en el aprendizaje mixto consiste en la formulación de un número de preguntas por horas de enseñanza. Sin embargo, la implementación de la directriz no incluye la formación práctica. Para el IAMQS, una de las limitaciones y preocupaciones es cómo garantizar que la calidad de los cursos impartidos en aprendizaje mixto sea equivalente a la de los impartidos de manera convencional, incluyendo clases presenciales y formación práctica.

Las cualificaciones en el IAMQS están diseñadas en función de los requisitos de la industria y constantemente validadas por expertos. El conocimiento detallado y los resultados de aprendizaje en el plan de estudios están alineados con los estándares requeridos por la industria y la forma más segura de garantizar que la formación se imparta con los mismos estándares es una preocupación primordial.

3.2 Propuesta de AREOLA para implementar la formación mixta en el sistema IAMQS

El proyecto AREOLA se propuso desarrollar actividades piloto para evaluar si la formación impartida en modelos mixtos cumple con los mismos requisitos que la formación presencial.

Las conclusiones clave extraídas del informe de piloto de AREOLA indican que **incorporar el método RE en la formación práctica piloto para operadores de máquinas PBF-LB es una estrategia viable**. El método puede aplicarse utilizando exclusivamente RE para tareas complejas y arriesgadas, o proporcionando información esencial a los alumnos antes de la participación práctica con la máquina real. Este enfoque tiene como objetivo mejorar la seguridad, prevenir accidentes y optimizar la asignación de tiempo al minimizar la necesidad de proporcionar información básica durante las sesiones prácticas. Esto indica que un enfoque mixto, que combina la tecnología RE con métodos de formación tradicionales, puede ser beneficioso.

El "Informe de comparación de métodos RE y prácticos" desarrollado en la actividad PR4 del proyecto AREOLA, mostró que **los alumnos generalmente adquieren conocimientos al mismo nivel con estos dos métodos**. Además, los alumnos consideraron que el método RE es pedagógicamente apropiado en términos de **efectividad, interactividad, estímulo al aprendizaje y desarrollo de la confianza**. El método es elegible para su **uso en diferentes rangos de edad y niveles de conocimiento tecnológico**. Las evaluaciones de los formadores también respaldan estos métodos en términos de **interactividad, seguridad y efectividad** de los materiales RE para captar la **atención** del alumno.

Existen varias ventajas al utilizar este método. Por ejemplo, el método RE permite el aprendizaje a ritmo propio, el potencial para la formación remota, reducción del tiempo y costo en la formación, y prevención contra daños o lesiones al encontrarse por primera vez con la máquina. Esta efectividad percibida y el reconocimiento de varias ventajas son prometedores para la integración de herramientas RE en la formación práctica.

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, el método tiene algunas barreras. Por ejemplo, los alumnos deben familiarizarse con la tecnología RE antes de comenzar la formación. Además, el entorno de formación debe estar bien organizado, garantizando suficiente espacio para la formación, y finalmente, la herramienta RE misma debe aportar una buena experiencia de usuario (fluidez, grado de definición, etc.). Estas consideraciones deben ser consideradas por los formadores que planean impartir formación a través de herramientas RE.

El éxito y la efectividad del método RE en la formación práctica de operadores de máquinas PBF-LB se pueden generalizar para dar lugar a un enfoque de aprendizaje mixto más amplio. La conclusión clave es que **la integración de tecnologías inmersivas, como RE, en la formación práctica produce resultados positivos**. Los hallazgos sugieren que un enfoque de aprendizaje mixto, que combina métodos tradicionales con tecnología RE, puede mejorar los resultados de la formación al **optimizar el tiempo**, aumentar la **seguridad** y proporcionar un **entorno de aprendizaje proactivo**.

A la luz de la exitosa integración de la tecnología RE en la formación práctica, surgen varias ideas que pueden dar lugar un enfoque de aprendizaje mixto extensible:

- En primer lugar, **reconociendo la versatilidad de la RE. Los proveedores de formación, en diversos ámbitos, deberían considerar la incorporación de tecnologías inmersivas en sus experiencias de aprendizaje mixto.**
- El método RE, ya sea utilizado exclusivamente para tareas complejas o para proporcionar información esencial antes de la participación práctica, **ofrece un modelo prometedor para combinar métodos tradicionales con tecnología de vanguardia.** Enfatizar la seguridad, la optimización del tiempo y la preparación proactiva, como lo demuestra la RE, debería ser componentes integrales de las estrategias de aprendizaje mixto.
- Además, una formación y directrices completas son esenciales para que los alumnos utilicen de manera competente esta tecnología. **El éxito de la RE en proporcionar aprendizaje a ritmo propio, potencial para la formación remota y eficiencia en costo/tiempo resalta las ventajas que se pueden aprovechar en diversos escenarios de formación.**
- Al abordar desafíos como la familiarización con estas tecnologías, la conclusión principal es la necesidad de un **enfoque de aprendizaje mixto equilibrado, adaptable y en constante evolución** que aproveche los beneficios de las tecnologías emergentes para mejorar los resultados generales de la formación.

3.3 Recomendaciones para la impartición de formación mixta empleando herramientas RE

En un sentido básico, el aprendizaje mixto se refiere a la capacidad de complementar la formación tradicional presencial con aprendizaje a distancia, hecho posible hoy en día por las modernas redes de internet de banda ancha. Esto ha permitido que cualquier persona en el mundo comparta audio y video con otros, realice presentaciones, comparta contenido de escritorio, otorgue control de ordenadores a otras personas a miles de kilómetros de distancia, todo en tiempo real y con una alta calidad.

El proyecto AREOLA comenzó precisamente a partir de esta realidad, y desarrolló actividades piloto para evaluar cómo el concepto de aprendizaje mixto podría ser aplicable al campo de la fabricación aditiva. Esto se basó en el desarrollo y prueba de contenido digital y aplicaciones de realidad extendida (RE) con personas reales. En este sentido, AREOLA ha buscado actuar como un "ensayo" para el potencial de impartir contenido tradicionalmente presencial a través de modalidades digitales. Este logro fue posible gracias a la implementación de dos tipos de actividades piloto:

- Pilotos teóricos: se desarrollaron y probaron contenidos alineados con las unidades de competencia del perfil de operador de tecnología PBF-LB dentro del sistema IAMQS, tanto de manera remota como, en algunos casos, en persona. Esto permitió probar la capacidad de transmitir y entregar contenido técnico a través de medios digitales.

Desde esta perspectiva, es crucial destacar que el valor de estos pilotos teóricos no radicaba únicamente en probar presentaciones basadas en diapositivas de forma remota. La metodología de la formación a distancia y la capacidad de compartir audio y video desde fuentes adicionales fueron significativas (por ejemplo, en algunas actividades piloto, los formadores podían mostrar piezas reales durante la formación, al compartir señales de video desde sus propias cámaras). En esencia, **estas metodologías permiten ciertos niveles de creación/edición en tiempo real durante las sesiones de formación, avanzando más allá de la enseñanza exclusivamente basada en que el profesor imparta contenido “estático”**.

- Pilotos prácticos: estos se basaron en el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual, replicando y permitiendo la ejecución de operaciones en un entorno digital, que anteriormente solo eran posibles en entornos reales.

Estos pilotos prácticos tienen un valor intrínseco significativo, ya que se basaron en nuevas aplicaciones de realidad virtual desarrolladas por los socios del proyecto AREOLA. Los ejemplos anteriores en este campo eran escasos, por lo que encapsulan un valor ejemplar en demostrar la capacidad de replicar operaciones prácticas en un entorno digital virtual.

Vale la pena profundizar en esta experiencia de pilotos prácticos con cierto detalle, ya que contiene un componente altamente innovador, lo que hace que sus resultados sean especialmente significativos. El proyecto AREOLA realizó un trabajo significativo en su actividad PR4, que puede considerarse altamente relevante para evaluar el impacto de la integración de recursos digitales para la formación en competencias con un aspecto práctico evidente. Los resultados derivados de este esfuerzo apuntan en estas direcciones:

- Los resultados obtenidos de encuestas realizadas con alumnos que participaron en las actividades de prueba piloto sugieren que **no hubo una diferencia significativa en el rendimiento entre los participantes que recibieron formación práctica y aquellos que recibieron formación basada en RE**. Tanto en el examen como en el cuestionario de evaluación, los participantes que utilizaron la tecnología RE obtuvieron puntuaciones similares a los que recibieron formación práctica. Además, los participantes capacitados a través de RE reportaron una mayor satisfacción con la formación y un aumento en la motivación para aprender. Estos hallazgos sugieren que **la formación basada en RE puede ser una herramienta efectiva para mejorar la formación profesional en fabricación aditiva, proporcionando una experiencia de aprendizaje práctico satisfactoria para los participantes**.
- Además, considerando que las aplicaciones de RE se ejecutaron en hardware independiente y de bajo costo, es evidente que la tecnología RE ofrece ventajas significativas en términos de accesibilidad y flexibilidad en la formación práctica. Esta tecnología permite a los participantes acceder a la formación desde ubicaciones remotas y con horarios más flexibles. Además, **la formación basada en tecnologías RE puede proporcionar una experiencia de aprendizaje altamente inmersiva, potencialmente aumentando la retención de conocimientos y la motivación para aprender**.
- Existe un valor adicional en la formación realizada a través de tecnologías RE: su capacidad para complementar la formación práctica tradicional ya sea utilizada antes o después de ella. En este

sentido, el potencial de estas tecnologías y aplicaciones para preparar a un alumno antes de su interacción con la máquina real o, inversamente, permitir la repetición ilimitada de actividades después del contacto "real" es de inmenso valor.

Los resultados son claros, atribuyendo a las **tecnologías RE la capacidad de ser alternativas reales para virtualizar y formar en competencias de manera remota, que tradicionalmente requieren acceso a equipos a menudo costosos y, por lo tanto, han sido tradicionalmente realizadas en persona.**

Dado lo anterior, es evidente que el proyecto AREOLA ha marcado un hito al demostrar la posibilidad de crear esquemas de formación que reduzcan la dependencia de la presencia física, favoreciendo así la implementación de sistemas de aprendizaje mixto. El siguiente paso sería considerar cómo es posible evolucionar hacia estos sistemas dentro del marco de formación y acreditación de profesionales en fabricación aditiva de manera estandarizada. El modelo tomado como base en el proyecto AREOLA ha sido desde el principio el proporcionado por IAMQS, en el que el perfil profesional de referencia sería el perfil de "Operador de Fabricación Aditiva de Metal por Fusión de Polvo - Haz Láser". Al igual que otros perfiles en este esquema de reconocimiento, está definido principalmente desde el punto de vista de la formación por las unidades de competencia que un individuo aspirante a ser reconocido con dicho perfil debe completar. En el caso de un operador de tecnología PBF-LB, la definición de las unidades de competencia es la siguiente

UNIDADES DE COMPETENCIA	I MAM O PBF-LB	
	Horas de contacto recomendadas	Horas de trabajo esperado
UC 00: Visión general sobre el proceso de Fabricación Aditiva	3,5	7
UC 15: Proceso PBF-LB	14	28
UC 16: Aseguramiento de la Calidad en PBF-LB	7	14
UC 17: Salud, Seguridad y Medio Ambiente en PBF-LB	3,5	7
UC 18: Hardware, software y configuración de archivos de fabricación en PBF-LB	14	28
UC 19: Seguimiento y gestión de la fabricación de piezas mediante PBF-LB	3,5	7
UC 20: Post-procesado de piezas PBF-LB	7	14
UC 21: Mantenimiento de Sistemas PBF-LB	7	14
Subtotal (sin CUs opcionales)	60	120
UC 48: Manipulación de polvos	7	14
UC 49: Caracterización de haz láser	7	14
Total	74	148

Figura 4: Visión general de la Unidades de Competencia del perfil profesional de operador PBF-LB Metal

Esta es un primer nivel de definición, que en niveles más profundos se desglosa en una definición más detallada de cada unidad de competencia, identificando diferentes temas, las horas de contacto recomendadas para cada uno de ellos, las actividades laborales relacionadas y especificando sus resultados de aprendizaje, divididos en secciones de conocimiento y habilidades

UC 18: Hardware, software y configuración de archivos de fabricación en PBF-LB

UC 18: Hardware, software y configuración de archivos de fabricación en PBF-LB	Horas de contacto recomendadas
Requerimientos para la configuración del sistema PBF-LB	4
Check-list previo a la fabricación	3
Materias primas y consumibles	3
Archivos de fabricación	1
Documentación de fabricación	2
Implementación práctica de procedimientos de seguridad, salud y medio ambiente (durante la configuración del equipo PBF-LB)	1
Total	14
CARGA DE TRABAJO	28

UC	Nivel EQF/EWF	FUNCIONES DEL PUESTO	ACTIVIDADES REQUERIDAS	HORAS DE CONTACTO	CARGA DE TRABAJO
Hardware, software y configuración de archivos de fabricación en PBF-LB	4 independiente	Ajustar y configurar hardware, software y archivo de fabricación para PBF-LB	Verificar la configuración del sistema PBF-LB según el procedimiento determinado por el fabricante de la máquina y las condiciones de fabricación requeridas	14	28
			Preparar y verificar el sustrato de construcción y las condiciones del material de alimentación		
			Realizar: carga del archivo de fabricación, preparación del proceso, inicio del proceso, observación del proceso y detección y mitigación de fallos.		
			Observación de la fabricación		
			Seguir los procedimientos de seguridad y salud durante la configuración de la máquina y la preparación del archivo de fabricación.		

Resultados de la Formación - UC 18: Hardware, software y configuración de archivos de fabricación en PBF-LB	
CONOCIMIENTOS	<p>Conocimiento fáctico y amplio de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variables de PBF-LB y parámetros relacionados con las condiciones operativas. - Requisitos de equipos de PBF-LB. - Materiales utilizados para PBF-LB. - Tipo de archivos y documentación de trabajo. - Procedimientos de seguridad, salud y medio ambiente bajo PBF-LB.
HABILIDADES	<p>Preparar la máquina para la operación, de acuerdo con la especificación del procedimiento de FA.</p> <p>Preparar el material de alimentación, la plataforma de construcción y la máquina de acuerdo con el material que se está utilizando.</p> <p>Verificar si la máquina PBF-LB cumple con las especificaciones del fabricante de la máquina y/o internas.</p> <p>Cargar archivos en las máquinas PBF-LB.</p> <p>Verificar si las máquinas PBF-LB están funcionando de acuerdo con la especificación del trabajo, en términos de parámetros del proceso.</p> <p>Cumplir con los procedimientos de seguridad, salud y medio ambiente asociados a las máquinas PBF-LB.</p> <p>Interpretar la información técnica relacionada con el proceso y las máquinas PBF-LB.</p>

Figura 5: Guía para la Unidad de Competencia 19 del Sistema IAMQS

De todos estos **elementos** en la descripción de las diferentes unidades de competencia que componen el perfil, quizás la **sección con mayor potencial para el análisis desde la perspectiva del aprendizaje mixto** es la definición de **habilidades** asociadas con cada **unidad de competencia**. De esta manera, se pueden evaluar las posibilidades, ventajas y desventajas de considerar y desarrollar herramientas que permitan la aplicación efectiva del aprendizaje mixto en diferentes casos.

Por lo tanto, las recomendaciones para la implementación del aprendizaje mixto en IAMQS surgen de un análisis que se ha llevado a cabo en base a estos principios, de modo que para cada habilidad:

- Se ha incluido una **evaluación numérica** sobre si la habilidad pudiera beneficiarse o adquirirse dentro de un marco de aprendizaje mixto, calificada en una escala del 1 al 5, donde 1 representa un beneficio mínimo o nulo, y 5 representa un beneficio máximo.
- Se han proporcionado **comentarios** adicionales, ofreciendo razonamientos y perspectivas complementarias al valor numérico dado.

Un ejemplo de esta evaluación se presenta a continuación (para le UC 21 Mantenimiento de Sistemas PBF-LB):

UC 21: Mantenimiento de Sistemas PBF-LB						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
	1	2	3	4	5	
1. Cambiar el cristal protector de la lente y limpiar el cabezal	1	2	3	4	5	El concepto es simple y fácilmente transferible a través de contenido digital, aunque la visualización directa en una máquina real mejora la capacidad para detectar suciedad presente en el sistema.
2. Evaluar la necesidad de llevar a cabo operaciones de Mantenimiento en el sistema PBF-LB	1	2	3	4	5	En una máquina de esta naturaleza, la mayoría del mantenimiento será preventivo, pero el operador necesita conocer los eventos que indican la necesidad de anticipar dicho mantenimiento o realizar mantenimiento correctivo. Este es un cuerpo de conocimiento altamente teórico que puede adquirirse a través de contenido digital.
3. Llevar a cabo operaciones de mantenimiento en el sistema PBF-LB	1	2	3	4	5	Esta habilidad abarca un conjunto de operaciones, que pueden identificarse completamente a través de medios digitales. La ejecución de estas operaciones puede implicar controles en ocasiones, pero también manipulación de varios

UC 21: Mantenimiento de Sistemas PBF-LB						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
	1	2	3	4	5	
						elementos, por lo que la adquisición completa de la habilidad a través de medios exclusivamente digitales podría tener ciertas limitaciones
4. Identificar los consumibles de las diferentes partes del sistema PBF-LB	1	2	3	4	5	Esta habilidad es predominantemente teórica, lo que la hace totalmente compatible con la adquisición a través de medios digitales.
5. Informar de la necesidad de llevar a cabo un mantenimiento determinado	1	2	3	4	5	Consulte la Habilidad 2 (se considera aplicable el comentario hecho sobre esta competencia)
6. Aportar apoyo a otros técnicos durante las labores de mantenimiento	1	2	3	4	5	El cuerpo de conocimiento requerido para adquirir esta habilidad puede ser extenso, pero se considera que es posible lograr una buena base a través de medios digitales.
7. Verificar la limpieza del sistema óptico	1	2	3	4	5	El concepto es simple y fácilmente transferible a través de contenido digital, aunque la visualización directa en una máquina real mejora la capacidad para detectar suciedad presente en el sistema.
8. Verificar si el sistema óptico está operando de manera correcta	1	2	3	4	5	Las operaciones para la verificación de potencia y calibración láser pueden adquirirse teóricamente y son parcialmente virtualizables. Sin embargo, sistemas de verificación específicos como EOS SMARTCAL pueden requerir el uso de hardware complementario, lo que significa que los detalles completos de su uso y aplicación pueden necesitar ser obtenidos a través de experiencia práctica
9. Estado y seguimiento de la calibración del sistema	1	2	3	4	5	Consulte la Habilidad 8 (se considera aplicable el comentario hecho sobre esta competencia)
10. Verificar el nivel de desgaste de los componentes mecánicos	1	2	3	4	5	Las verificaciones requeridas son perfectamente transferibles a través de contenido digital, aunque las verificaciones específicas se benefician de la

UC 21: Mantenimiento de Sistemas PBF-LB						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
						experiencia práctica (por ejemplo, verificar el nivel de desgaste de la cuchilla/s del recoater)
11. Verificar los flujos de gases	1	2	3	4	5	Las verificaciones requeridas son perfectamente transferibles a través de contenido digital, aunque las verificaciones específicas se benefician de la experiencia práctica (por ejemplo, verificar tasas de flujo de gas)
12. Implementar rutinas de mantenimiento adecuadas a cada material	1	2	3	4	5	El cuerpo de conocimiento requerido para adquirir esta habilidad puede ser extenso, pero se considera que los conceptos básicos pueden adquirirse a través de medios digitales
13. Hacer y uso y verificar el estado de los equipos de protección	1	2	3	4	5	Es posible adquirir este conocimiento teóricamente a través de medios digitales, pero su aplicación práctica requiere un enfoque presencial.
Recomendaciones para la formación mixta en esta UC						
Es posible adquirir toda la base de conocimientos contenida en esta unidad de competencia a través de medios digitales, pero sin duda, la mayoría de las habilidades requieren una experiencia práctica con una máquina real para asegurarse de que el estudiante comprenda las operaciones, comprenda los riesgos, sepa cómo usar equipo de protección personal, etc.						

En resumen, las recomendaciones de AREOLA para la formación práctica y teórica son las siguientes:

Formación Práctica:

- **Desarrollar herramientas RE con excelente calidad y alta resolución.**
- **Preparar a los alumnos en el uso, navegación y control de herramientas RE antes del entrenamiento.**
- **Asegurar suficiente espacio para actividades de entrenamiento RE inmersivas.**
- **Integrar métodos RE antes del entrenamiento práctico para mejorar la progresión del aprendizaje.**

Formación Teórica:

- Las sesiones de formación teórica no deben exceder una hora, ya que los estudiantes se distraen fácilmente.
- Si la formación teórica se imparte en línea, se deben integrar algunos materiales de aprendizaje interactivos en la sesión de formación. Los estudiantes no deben ser receptores pasivos

- Utilizar métodos RE para el entrenamiento en entornos o escenarios de alto riesgo.

4. Transferibilidad y sostenibilidad

Este capítulo tiene como objetivo proporcionar una visión general sobre el potencial de transferibilidad de los resultados del proyecto AREOLA, asegurando su sostenibilidad una vez que el proyecto llegue a su fin. La razón para explorar la transferibilidad de los resultados de AREOLA al IAMQS se basa en el hecho de que este sistema de calificación está presente en diez países, no solo en Europa sino en todo el mundo. El impacto directo y asumido de este sistema en estos diez países está garantizado, sin embargo, cada país tiene un impacto potencial, basado en cada centro de formación que forma parte de la red de capacitación.

Como punto de partida, AREOLA abordó la directriz internacional armonizada de formación para el **Operador de AM Metal PBF-LB**. Específicamente, se desarrollaron herramientas RE para la implementación de las partes prácticas de la formación de la **Unidad de Competencia (UC) 21 Mantenimiento de sistemas PBF-LB**. Los socios del proyecto LZH Laser Akademie GmbH (LAK) e IDONIAL ya implementaron (partes de) la cualificación para el Operador de AM Metálico PBF-LB y/o otros que contienen UC21, que es transversal a las cualificaciones del Operador Internacional de AM Metálico PBF-LB. Por lo tanto, el **primer paso para garantizar la transferibilidad de los resultados del proyecto AREOLA será que estos socios del proyecto integren las herramientas RE desarrolladas en sus propias actividades de formación**, al formar en la unidad UC21.

Dado que el sistema IAMQS ya ha implementado un plan de estudios para el Operador de PBF-LB y una ruta de calificación de aprendizaje mixto, **el segundo paso será actualizar la cualificación del Operador de AM Metálico PBF-LB mediante la implementación de los resultados del proyecto AREOLA, en particular en cuanto a la formación de UC21, para los temas de "Sustitución de la cuchilla del recoater" y "Medición de la potencia láser"**. Para que esto suceda, la propuesta de los resultados del proyecto AREOLA para su integración dentro del IAMQS se presentará en la Asamblea General de la EWF

La Asamblea General (GA) de la EWF representa una reunión formal donde los miembros de la EWF toman decisiones sobre el desarrollo del sistema internacional armonizado para la educación, formación y calificación en el campo de las tecnologías de unión y fabricación aditiva. En la GA, los miembros también reflexionan sobre la innovación del sistema, y para ello, se formalizan grupos de trabajo especializados. Los resultados de AREOLA estarán presentes en la GA de la EWF, en mayo de 2024, donde se llevará a cabo una votación por parte de los miembros de la EWF para evaluar si el Grupo de Trabajo (WG) existente asumirá sus resultados para transferirlos al plan de estudios existente del Operador de PBF-LB. Después de una nueva votación en la Asamblea General de la EWF en octubre de 2024, los miembros de la EWF votarán para aprobar la integración de la guía actualizada en el IAMQS. Por lo tanto, los resultados se transferirán a los centros de formación que los utilizarán en sus actividades.

Una vez completada la implementación de los resultados del proyecto AREOLA para la formación del Operador de AM Metal PBF-LB, **el tercer paso será replicar y transferir los resultados de AREOLA a otras calificaciones de Operadores de AM (DED-LB, DED-Arc, PBF-EB) dentro del IAMQS**. Para que esto ocurra, se aplicará el mismo proceso descrito anteriormente. Por lo tanto, una vez que este plan haya sido presentado y aprobado por los miembros de la EWF en la Asamblea General, el grupo de trabajo definido trabajará en utilizar el análisis e investigación realizados en las actividades del proyecto AREOLA PR1 (Informe sobre el Análisis de Necesidades de Validación) y PR4 (Comparación entre las diferentes estrategias de aprendizaje y enseñanza); la transferencia de las herramientas de RE desarrolladas en PR3 (Desarrollo de herramientas de RV/RA para impartir la Práctica del Operador PBF-LB); y la metodología utilizada en PR2 (Desarrollo de materiales para impartir la Teoría del Operador PBF-LB) para las directrices teóricas de formación en línea. Una vez que la propuesta de actualización de las directrices del Operador sea aceptada por los miembros de la EWF en la próxima GA, se podrá aplicar en el IAMQS.

Todos los resultados de AREOLA (PR1 a PR5) tienen el potencial de ser transferidos a otras calificaciones de FA, así como a otros sectores de fabricación, como soldadura, unión y tecnologías relacionadas. Debido a los resultados generalizables del proyecto AREOLA, será posible promover la excelencia en la formación profesional y mejorar los sistemas de aseguramiento de la calidad, si los enfoques del proyecto utilizados en PR1 a PR5 se utilizan luego como modelo de referencia para otros procesos y/o materiales de AM (por ejemplo, para el sector automotriz). Por lo tanto, **el cuarto paso será transferir los resultados de AREOLA a otros perfiles profesionales de AM metálico y polimérico (IAMQS)**, siguiendo el mismo proceso identificado anteriormente para los Operadores. Además, todos los socios del proyecto se asegurarán de que se tomen medidas apropiadas, en particular a través de los centros de formación involucrados, para integrar esto en sus propias actividades de formación.



Figura 6: Descripción del proceso de transferencia de los resultados de AREOLA a otras calificaciones

En general, los resultados del proyecto AREOLA tendrán un impacto significativo en todo el sistema, tanto para los alumnos, que tendrán acceso a una formación innovadora de alta calidad en un sector emergente, como para los proveedores de Formación Profesional, que tendrán acceso a herramientas de formación innovadoras y atractivas, lo que impactará enormemente en la calidad general de la formación en Fabricación Aditiva. Por lo tanto, es importante asegurar que los materiales y herramientas de formación de AREOLA se integren y se utilicen ampliamente en el IAMQS, convirtiéndose en parte de los documentos, materiales y herramientas de apoyo a la cualificación, utilizadas en toda la red europea de proveedores de FP en AM.

Además, el consorcio de AREOLA se comunicará con los interesados europeos en los campos de la Formación Profesional, en particular con la Asociación Europea de Institutos de Formación Profesional (EVBB), la Asociación Europea para la Educación de Adultos (EAEA) y el Foro Europeo para la Educación y Formación Profesional (EfVET), con los que los socios ya tienen buenas relaciones de trabajo, para asegurar que estén familiarizados con los resultados del proyecto AREOLA y su potencial de implementación.

5. Conclusiones

En conclusión, este informe sirve como un recurso vital para avanzar en la formación europea en Fabricación Aditiva, al impulsar metodologías innovadoras de aprendizaje mixto, alineadas con los requisitos del IAMQS. Ofrece una exploración exhaustiva de la metodología de aprendizaje mixto, destacando sus métodos de enseñanza y su valor en la formación. Además, el informe profundiza en los objetivos y la implementación del proyecto AREOLA dentro del IAMQS, mostrando sus materiales teóricos personalizados y herramientas de formación virtual dirigidas a los operadores de PBF-LB en el sector aeroespacial. La implementación por fases del proyecto, que abarca pilotos teóricos y prácticos utilizando herramientas de RE, subraya su compromiso con el aumento de la atracción de la educación vocacional. A través de las lecciones aprendidas de las actividades piloto, se ofrecen recomendaciones clave, allanando el camino para una transferencia sostenible de los resultados de AREOLA a otras cualificaciones. Este enfoque paso a paso garantiza el impacto duradero y el legado del proyecto AREOLA en la configuración del futuro de la formación en FA en Europa.

Anexo.

Matriz de evaluación: aplicabilidad de metodologías de aprendizaje mixto al perfil profesional "Operador de Fabricación Aditiva Metal PBF-LB" (Sistema Internacional de Cualificación en Fabricación Aditiva).

A continuación, se presenta una evaluación integral de la aplicabilidad de las metodologías de Aprendizaje Mixto a las unidades de competencia que componen el perfil profesional "Operador de Fabricación Aditiva Metal PBF-LB", según lo definido por el Sistema Internacional de Cualificación en Fabricación Aditiva (IAQMS).

UC 00: Visión general sobre el proceso de Fabricación Aditiva						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
	1	2	3	4	5	
1. distinguir piezas fabricadas mediante diferentes tecnologías FA	1	2	3	4	5	Las diferencias entre las piezas fabricadas utilizando diferentes tecnologías pueden ser visibles a simple vista, pero en muchos casos son sutiles. Características como la rugosidad, las texturas, las marcas de fabricación, etc., son difíciles de transmitir más allá de fotos/videos de alta calidad. Sin embargo, dentro de una perspectiva de aprendizaje mixto, existe la posibilidad de que un instructor remoto tenga un conjunto de muestras de piezas para mostrar en la cámara y proporcionar diversos comentarios sobre ellas
2. Listar las ventajas y limitaciones de los procesos FA desde un punto de vista de la cadena de valor completa del proceso de fabricación	1	2	3	4	5	Discutir las ventajas y limitaciones de las tecnologías de FA (en general y específicamente) es fundamentalmente una labor teórica.
3. Identificar la aplicabilidad de los diferentes procesos FA, de acuerdo a sus características particulares	1	2	3	4	5	Explorar la aplicabilidad de diferentes tecnologías de AM es principalmente teórico.
Recomendaciones para la formación mixta en esta UC						
Esta es una unidad de competencia altamente teórica que tiene como objetivo proporcionar una visión general del concepto de fabricación aditiva, su aplicabilidad, ventajas y desventajas, al tiempo que presenta las diferentes tecnologías capaces de implementar este concepto de fabricación. En este sentido, la presentación del contenido puede llevarse a cabo de manera efectiva bajo modelos de capacitación remota. El "punto más débil" reside sin duda en ejemplificar y diferenciar las piezas fabricadas utilizando diferentes tecnologías de FA. Sin embargo, esto puede abordarse parcialmente si el formador remoto puede mostrar piezas reales a los estudiantes a través de una cámara y transmisión en vivo, mientras discute las características particulares de cada tecnología. Sin embargo, es importante tener en cuenta que apreciar las diferencias más sutiles podría requerir que los estudiantes toquen físicamente las piezas reales para comprender todos los matices. Algunos detalles (rugosidad, marcas, diferenciación de capas, etc.) pueden no ser perceptibles a través de una capacitación remota.						

UC 15: Proceso PBF-LB						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
	1	2	3	4	5	
1. Describir los Sistemas PBF-LB, incluyendo sus componentes y funciones	1	2	3	4	5	Un equipo PBF-LB es una máquina de cierta complejidad, con una gran cantidad de elementos y subsistemas, por lo que si bien un enfoque teórico es posible, el beneficio de tener acceso a una máquina real es innegable. Sin embargo, la posibilidad de generar un modelo virtual de una máquina, que pueda ser manipulado por el estudiante (por ejemplo, un recorrido que permita abrir y cerrar varios módulos, ver ciertos elementos básicos, etc.), puede ser un buen sustituto de la máquina real.
2. Reconocer las características del Sistema PBF-LB: Plataforma de construcción, materias primas y otros consumibles	1	2	3	4	5	Es completamente posible obtener una comprensión bastante completa de los consumibles utilizados por la máquina y pautas generales para su manejo a través de enfoques teóricos. Sin embargo, la percepción de los riesgos y los aspectos específicos de su manejo pueden requerir un enfoque que demande un componente presencial.
3. Reconocer los parámetros del Sistema PBF-LB y la influencia de su buen ajuste en las piezas fabricadas	1	2	3	4	5	Comprender los conceptos relacionados con los parámetros del proceso es alcanzable a través de un enfoque teórico. Sin embargo, evaluar los efectos de varios parámetros puede requerir observar cómo la máquina los aplica (por ejemplo, patrones de aplicación y permutación de trayectorias láser entre capas) o su impacto en las piezas (acabados, defectos, etc.). Estos detalles son complejos de replicar en un entorno virtual o apreciar sin partes físicas.

4. Reconocer las interacciones de la fuente energética del proceso PBF-LB (láser) con la materia prima	1	2	3	4	5	Consulte la habilidad 4 (se considera aplicable el comentario realizado sobre esta competencia).
5. Identificar los problemas asociados con una inadecuada preparación de la Plataforma de construcción, de la manipulación y tratamiento de los polvos metálicos, así como de la configuración de la atmósfera y los gases, en un sistema PBF-LB	1	2	3	4	5	Consulte la habilidad 2 (se considera aplicable el comentario realizado sobre esta competencia).

Recomendaciones para la formación mixta en esta UC

La unidad de competencia 15 tiene un componente teórico significativo, considerando que adquirir cada una de sus habilidades requiere una base de conocimientos que puede obtenerse perfectamente de manera teórica. Sin embargo, dentro de esta unidad de competencia, hay varios aspectos donde la posibilidad de manipular físicamente varios elementos, observar ubicaciones y herramientas reales, examinar piezas fabricadas para revisar los efectos de los parámetros, etc., podría aconsejar la presencia física. La disponibilidad de un modelo completo de máquina para interacción virtual (como se describe en los comentarios para la habilidad 1) sería, en cualquier caso, un apoyo fundamental para familiarizarse con las características físicas de la máquina y sus elementos accesorios.

UC 16: Aseguramiento de la Calidad en PBF-LB						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
	1	2	3	4	5	
1. Reconocer el uso del concepto de Calidad dentro del campo de la ingeniería	1	2	3	4	5	Esta es una unidad de competencia predominantemente teórica que puede ser adquirida completamente a través de medios digitales.
2. Reconocer el enfoque de la Calidad dentro del alcance del operador PBF-LB	1	2	3	4	5	Esta es una unidad de competencia predominantemente teórica que puede ser adquirida completamente a través de medios digitales.
3. Dar soporte a los procesos de cualificación y recualificación de procesos y equipamiento PBF-LB	1	2	3	4	5	Esta unidad de competencia es altamente teórica, aunque la visualización directa del equipo y las instalaciones puede ser relevante para interiorizar los procesos y conceptos relacionados
4. Identificar los procesos y equipamiento principales, así como el rol de cada uno	1	2	3	4	5	Consulte la habilidad 4 (se considera aplicable el comentario hecho sobre esta competencia).
5. Preparar informes de pruebas basados en los requerimientos especificados por el fabricante	1	2	3	4	5	Aunque tiene un componente práctico, principalmente es documental, por lo que puede ser adquirida completamente a través de medios digitales.

6. Leer e interpretar una orden de fabricación	1	2	3	4	5	Esta competencia es altamente teórica, aunque la visualización directa del equipo e instalaciones puede ser relevante para interiorizar los procesos y conceptos relacionados
7. Comparar la geometría y medidas de las piezas fabricadas con los valores nominales aportados por los planos/documentación técnica	1	2	3	4	5	La interpretación de un dibujo técnico tiene un aspecto claramente teórico, pero la comparación con piezas reales es predominantemente práctica. Esto específicamente no puede ser reemplazado con materiales de entrenamiento digitales.
8. Usar instrumentos y técnicas simples de medida, a fin de llevar una inspección básica de las piezas fabricadas	1	2	3	4	5	La medición de una pieza requiere manipulación física en todos los casos.
9. Identificar problemas en las piezas recién fabricadas y distinguir entre imperfecciones y defectos	1	2	3	4	5	Incluso si el instructor remoto tiene un conjunto de piezas para mostrar en la cámara, varios problemas pueden ser sutiles. Desarrollar contenido puramente digital que refleje de manera realista todos los posibles defectos es complejo
10. Informar sobre defectos, sugiriendo su eliminación con operaciones de post-procesado, inspecciones adicionales, o el rechazo de la pieza	1	2	3	4	5	Aunque mostrar todos los defectos podría recomendar la formación presencial, la base de conocimientos para entender cómo reparar o abordar los defectos y acabados se puede transmitir teóricamente, lo que lo hace altamente compatible con un enfoque de aprendizaje mixto.
Recomendaciones para la formación mixta en esta UC						
En general, la Gestión de la Calidad es un cuerpo de conocimientos con un fuerte componente teórico, donde los conceptos y metodologías fundamentales pueden ser adquiridos completamente a través de contenido digital. Algunas habilidades específicas claramente requieren un enfoque práctico (como todas las operaciones de medición), mientras que otras también pueden beneficiarse de la capacidad de "tocar" y verificar partes reales.						

UC 17: Salud, Seguridad y Medio Ambiente en PBF-LB						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
1. Identificar los principales riesgos y medidas de seguridad asociados con los Sistemas PBF-LB	1	2	3	4	5	Desde una perspectiva exclusivamente de identificación, esta habilidad puede adquirirse 100% teóricamente y también

						<p>puede beneficiarse enormemente del uso de modelos 3D manipulables, alrededor de los cuales se pueden identificar ciertos riesgos (eléctricos, manipulación, etc.). Sin embargo, la capacidad de percibir los riesgos asociados con la manipulación de polvos particulados o elementos pesados depende de la experiencia previa del estudiante con ellos, lo que hace potencialmente necesaria una experiencia práctica/presencial</p>
Recomendaciones para la formación mixta en esta UC						
<p>Los principales conceptos e información de esta unidad de competencia pueden adquirirse a través de modalidades no presenciales, pero la percepción del "riesgo real" y el aprendizaje sobre el uso de equipos de protección personal es más compleja de reemplazar. Incluso si pudieran digitalizarse/virtualizarse, los procedimientos y sensaciones reales de los EPIs en el cuerpo no pueden replicarse.</p>						

UC 18: Hardware, software y configuración de archivos de fabricación en PBF-LB						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
	1	2	3	4	5	
1. Preparar la máquina PBF-LB para la operación, de acuerdo a la especificación de proceso	1	2	3	4	5	Los aspectos fundamentales de la configuración de la máquina para su funcionamiento pueden ser descritos y recreados en medios digitales, e incluso pueden crearse entornos virtuales donde el aprendiz deba realizar varias operaciones básicas. En este sentido, sin duda es complejo o imposible recrear todos los detalles o sensaciones, pero su valor como herramienta para interiorizar el proceso antes de usar una máquina real es innegable.
2. Preparar las materias primas, la Plataforma de construcción y la máquina para su uso	1	2	3	4	5	El uso de medios digitales (incluso la recreación a través de medios virtuales) tiene limitaciones prácticas cuando se requiere un alto componente manipulativo, especialmente en operaciones

						que implican el manejo de pesos considerables.
3. Verificar si la máquina PBR-LB cumple con las especificaciones del fabricante o las internas	1	2	3	4	5	Esta habilidad se traduce en que el estudiante sea consciente de la lista de verificación que permite identificar si una máquina está lista para trabajar o está operando dentro de su rango operativo en condiciones adecuadas. Es una habilidad que puede adquirirse principalmente a través de medios teóricos, teniendo en cuenta que la verificación en sí misma requiere la oportunidad de utilizar equipo real en algún momento.
4. Realizar la carga de archivos en la máquina PBF-LB	1	2	3	4	5	La manipulación y carga de archivos es una operación realizada a través de software, por lo que los conceptos y la mecánica relacionada pueden adquirirse mediante medios digitales.
5. Verificar si la máquina PBF-LB está trabajando de acuerdo a la especificación del trabajo, en términos de parámetros de proceso	1	2	3	4	5	Consulte la habilidad 3 (el comentario hecho sobre esta competencia se considera aplicable).
6. Cumplir con los procedimientos de seguridad, salud y medio ambiente asociados al equipamiento PBF-LB	1	2	3	4	5	El uso y manejo del equipo de protección personal tienen un componente teórico (al menos en términos de definir los equipos de protección personal requeridos), pero su uso adecuado es un aspecto que es difícil de transmitir sin una sesión práctica.
7. Interpretar la información técnica relacionada con el proceso y las máquinas PBF-LB	1	2	3	4	5	La capacidad de observar cómo una máquina PBF-LB genera información en tiempo real es interesante, pero la mayor parte de la información y la documentación requieren un análisis reflexivo. Por lo tanto, esta habilidad tiene un componente teórico alto y puede adaptarse muy bien a un enfoque de entrenamiento puramente digital.

Recomendaciones para la formación mixta en esta UC

Varios aspectos relacionados con el manejo o la interpretación de la información generada por una máquina PBF-LB implican un componente de software alto, o requieren conocimientos y comprensión de contenidos teóricos, lo que los hace totalmente transferibles a un entorno de entrenamiento digital. Por otro lado, existe un componente manipulativo altamente evidente en esta unidad de competencia, que puede replicarse hasta cierto punto a través de medios digitales. En última instancia, requerirá la presencia del estudiante en el entorno de la máquina, manipulando sus elementos accesorios y los EPIs asociados.

UC 19: Seguimiento y gestión de la fabricación de piezas mediante PBF-LB						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
	1	2	3	4	5	
1. Realizar la carga de polvos, siguiendo las instrucciones obligatorias de seguridad	1	2	3	4	5	La realización de esta actividad requiere una comprensión teórica de los procedimientos y medidas de seguridad, pero su ejecución (debido a la naturaleza del material) es difícil de simular a través de medios digitales.
2. Aplicar los procedimientos de seguridad, salud y medio ambiente durante las labores de fabricación de piezas	1	2	3	4	5	La implementación de medidas de seguridad y salud es amplia, abarcando medidas generales como la ventilación, el aire acondicionado, etc., hasta el uso de equipos de protección personal que cubren casi todo el cuerpo. Los aspectos teóricos de este conocimiento pueden adquirirse a través de medios digitales, pero la aplicación práctica de muchas de estas medidas requiere práctica.
3. Interpretar la documentación técnica relacionada con los requerimientos de las piezas fabricadas	1	2	3	4	5	Los requisitos asociados con las piezas pueden variar, lo que lleva a la documentación de medidas, pruebas, ensayos, etc. Estos conceptos pueden adquirirse a través de contenidos digitales
4. Identificar las razones principales para el fallo durante el proceso de fabricación	1	2	3	4	5	La mayoría de los eventos que indican un mal funcionamiento pueden interpretarse a partir de verificaciones visuales o los datos generados por el equipo, lo que hace altamente posible desarrollar listas y descripciones de los problemas más comunes y cómo detectarlos. Algunos de los problemas o defectos pueden ser más evidentes cuando se visualizan en una máquina real, observando el proceso (o sus

						datos) durante un período de tiempo.
5. Preparar informes del proceso de fabricación, incluyendo las problemáticas encontradas	1	2	3	4	5	Esta habilidad es principalmente teórica y basada en documentos, por lo tanto, puede adquirirse a través de contenido digital.
Recomendaciones para la formación mixta en esta UC						
Aunque pueda parecer sorprendente, monitorear y gestionar un proceso de fabricación aditiva requiere adquirir una cierta cantidad de conocimientos donde los aspectos más relevantes están asociados a lo teórico. Por lo tanto, una buena parte de estas habilidades se pueden adquirir, al menos parcialmente, a través de contenido digital. Es esencial tener en cuenta que, en cualquier caso, todas aquellas tareas que involucren manipulación o sean intensivas en el uso de equipo de protección personal no son completamente reemplazables por contenido digital. Esto se debe a que implican operaciones, detalles o incluso sensaciones que no pueden percibirse sin experiencia directa.						

UC 20: Post-procesado de piezas PBF-LB						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
1. Retirar las piezas fabricadas y las placas de soporte de la máquina aplicando procesos de seguridad y salud	1	2	3	4	5	La operación básica puede entenderse a través de un enfoque teórico o virtual. Sin embargo, la limpieza de polvos o la percepción del peso de las piezas y las placas base (aunque la manipulación con una carretilla elevadora podría ser transferible) es difícil de replicar.
2. Llevar a cabo la preparación manual simple de las piezas fabricadas, para ser transferidas a los post-procesos	1	2	3	4	5	La operación básica es comprensible a través de un enfoque teórico o virtual, pero la ejecución de la operación en sí misma es compleja sin el uso de piezas reales.
3. Eliminar el polvo de la cámara y de las piezas, siguiendo los protocolos obligatorios de seguridad y salud	1	2	3	4	5	Consulte la habilidad 1 (se considera aplicable el comentario realizado sobre esta competencia).
4. Separar las piezas de la placa de fabricación, basándose en los dibujos técnicos, mediante procesos manuales simples	1	2	3	4	5	Consulte la habilidad 2 (se considera aplicable el comentario realizado sobre esta competencia).
Recomendaciones para la formación mixta en esta UC						
El conocimiento de las técnicas de post-procesamiento aplicables a las piezas fabricadas utilizando la tecnología PBF-LB se puede adquirir teóricamente (y por lo tanto, a través de medios digitales). Sin embargo, la ejecución real de estas operaciones puede no ser fácilmente digitalizada o virtualizada en el presente momento, requiriendo presencia física para adquirir completamente las habilidades.						

UC 48: Manipulación de polvos						
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?					Comentarios
	1	2	3	4	5	
1. Completar la documentación técnica relacionada con los polvos metálicos para FA	1	2	3	4	5	La documentación y trazabilidad de los polvos es un proceso algo complejo. Sin embargo, es un cuerpo de conocimiento altamente teórico, completamente transferible a través de medios digitales.
2. Caracterizar los polvos metálicos de acuerdo a las instrucciones de ingeniero de proceso	1	2	3	4	5	Es posible adquirir una comprensión básica de los procesos de caracterización, pero su aplicación y la gestión de la información generada, a pesar de tener un componente teórico, pueden requerir experiencia práctica
3. Asegurar que los polvos están acondicionados de acuerdo a la especificación de proceso	1	2	3	4	5	Consulte la habilidad 3 (se considera aplicable el comentario realizado sobre esta competencia)
4. Controlar la reutilización de los polvos metálicos	1	2	3	4	5	La reutilización de polvos está estrechamente relacionada con sus procesos de tratamiento, caracterización y acondicionamiento, por lo que los comentarios incluidos en las habilidades 2 y 3 también son aplicables aquí.
5. Manipular los polvos metálicos de acuerdo a los procedimientos de seguridad, salud y medio ambiente	1	2	3	4	5	El manejo seguro de los polvos se basa en el conocimiento teórico de los riesgos y medidas de seguridad, pero su aplicación difícilmente puede ser reemplazada por medios digitales o virtuales
Recomendaciones para la formación mixta en esta UC						
La unidad de competencia relacionada con el manejo de polvo particulado permite adquirir un conocimiento teórico significativo exclusivamente a través de medios digitales. Sin embargo, considerando la naturaleza de los procesos de manipulación y caracterización, es recomendable incluir un componente práctico en la formación.						

UC 49: Caracterización de haz láser		
Habilidades	¿Se puede beneficiar de un enfoque de formación mixta?	Comentarios

1. Realizar de manera segura mediciones de potencia, incluida la estabilidad de la potencia	1	2	3	4	5	Las operaciones para verificar la potencia y la calibración del láser pueden adquirirse teóricamente y, hasta cierto punto, virtualmente, aunque sistemas de verificación específicos (por ejemplo, EOS SMARTCAL) requieren el uso de hardware complementario. Por lo tanto, la comprensión completa de su uso y aplicación puede necesitar obtenerse a través de experiencia directa práctica.
2. Realizar de manera segura la caracterización del haz en diferentes áreas de la plataforma de construcción.	1	2	3	4	5	Consulte la Habilidad 1 (se considera aplicable el comentario hecho sobre esta competencia).
3. Utilizar otro equipo de medición para determinar otras propiedades del haz láser	1	2	3	4	5	Consulte la Habilidad 1 (se considera aplicable el comentario hecho sobre esta competencia).
4. Realizar mediciones de acuerdo con normas existentes y/o especificaciones internas.	1	2	3	4	5	Consulte la Habilidad 1 (se considera aplicable el comentario hecho sobre esta competencia).
Recomendaciones para la formación mixta en esta UC						
Es posible adquirir la mayor parte o una parte significativa del conocimiento teórico necesario para las tareas de caracterización láser a través de medios digitales. Sin embargo, la aplicación práctica de ciertos procedimientos o métodos puede requerir una experiencia práctica						