



GUÍA DE EVIDENCIAS DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA

“UC2623_3: Confeccionar estructuras aligeradas, realizando optimizaciones vinculadas con el proceso de topologización estructural en fabricación aditiva”

CUALIFICACIÓN PROFESIONAL: FABRICACIÓN ADITIVA

Código: FME787_3

NIVEL: 3

1. ESPECIFICACIONES DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA.

Dado que la evaluación de la competencia profesional se basa en la recopilación de pruebas o evidencias de competencia generadas por cada persona candidata, el referente a considerar para la valoración de estas evidencias de competencia (siempre que éstas no se obtengan por observación del desempeño en el puesto de trabajo) es el indicado en los apartados 1.1 y 1.2 de esta GEC, referente que explicita la competencia recogida en las realizaciones profesionales y criterios de realización de la UC2623_3: Confeccionar estructuras aligeradas, realizando optimizaciones vinculadas con el proceso de topologización estructural en fabricación aditiva.

1.1. Especificaciones de evaluación relacionadas con las dimensiones de la competencia profesional.

Las especificaciones recogidas en la GEC deben ser tenidas en cuenta por el asesor o asesora para el contraste y mejora del historial formativo de la persona candidata (especificaciones sobre el saber) e historial profesional (especificaciones sobre el saber hacer y saber estar).

Lo explicitado por la persona candidata durante el asesoramiento deberá ser contrastado por el evaluador o evaluadora, empleando para ello el referente de evaluación (UC y los criterios fijados en la correspondiente GEC) y el método que la Comisión de Evaluación determine. Estos métodos pueden ser, entre otros, la observación de la persona candidata en el puesto de trabajo, entrevistas profesionales, pruebas objetivas u otros. En el punto 2.1 de esta Guía se hace referencia a los mismos.

Este apartado comprende las especificaciones del “saber” y el “saber hacer”, que configuran las “competencias técnicas”, así como el “saber estar”, que comprende las “competencias sociales”.

a) Especificaciones relacionadas con el “saber hacer”.

Nota: A un dígito se indican las actividades profesionales expresadas en las realizaciones profesionales de la unidad de competencia, y a dos dígitos las reflejadas en los criterios de realización.

1. Relacionar objetos fabricados, utilizando impresión 3D mediante el análisis de su estructura y funciones para su construcción.

- 1.1 Las funciones de la estructura se identifican, analizando los elementos que la componen y las fuerzas que actúan sobre ella.

- 1.2 Los esfuerzos estructurales simples y combinados que actúan sobre la estructura se relacionan según el tipo de fuerzas al que están sometidos los elementos de ésta.
- 1.3 Las propiedades mecánicas de los materiales empleados en fabricación aditiva se determinan considerando variables como resistencia, flexibilidad, dureza, entre otros.
- 1.4 El comportamiento anisotrópico de los objetos modelados a través de técnicas de impresión 3D se define en base a los esfuerzos estructurales que actúan sobre la estructura de la pieza.
- 1.5 El posicionamiento de las piezas durante el proceso de fabricación se determina, dependiendo de sus características y su finalidad para garantizar la calidad y propiedades de las mismas.
- 1.6 El comportamiento estructural de los objetos impresos mediante técnicas de fabricación aditiva se determina con representaciones visualizadas de deformaciones, tensiones, fuerzas, entre otros.

2. Calcular a través de ensayos físicos descritos, la resistencia de objetos fabricados mediante impresión 3D para asegurar la calidad de la impresión final.

- 2.1 Los procesos de control de calidad ligados a la fabricación aditiva se definen en función de las características internas y externas de las impresiones 3D, y de si cumplen con el diseño y los requerimientos estructurales.
- 2.2 Los estándares europeos en los procedimientos de ensayo se aplican mediante la calibración de los instrumentos, los protocolos experimentales y la recogida de datos y su interpretación, para garantizar los requisitos de salud y seguridad según la normativa aplicable.
- 2.3 Las máquinas para la realización de ensayos físicos se identifican en función de su propósito.
- 2.4 Las normas españolas UNE-EN en relación a la fabricación aditiva se analizan para establecer los requisitos, pautas y recomendaciones, entendiendo de forma detallada su alcance y aplicación a los procesos.
- 2.5 Los ensayos físicos, tracción, compresión y absorción de humedad, entre otros, se realizan con probetas de diferentes materiales para garantizar la resistencia de los objetos fabricados.

3. Generar tipologías de estructuras aligeradas mediante impresión 3D, utilizando paquetes de software específico para garantizar una optimización topológica.

- 3.1 Las tipologías de estructuras aligeradas se identifican en función de las características de la misma tipo lattice o giroides, entre otras.
- 3.2 Los programas propietarios o de código abierto para la transformación de modelos STL en estructura aligerada se seleccionan en base a los requisitos estructurales del modelado.

- 3.3 Los objetos con estructura aligerada se generan, utilizando el software específico para su posterior procesamiento.
- 3.4 Los objetos se crean con diferentes tipologías de rellenos, atendiendo a su funcionalidad para una generación de la estructura en base a los criterios de resistencia establecidos.
- 3.5 El tiempo de impresión se calcula en función de las características del objeto: peso, superficie, volumen, entre otros, para una planificación del proceso de producción.
- 3.6 La selección de los materiales a utilizar en el proceso de impresión: polvos, resinas, metales, entre otros, se realiza analizando sus propiedades: resistencia, flexibilidad, entre otras.

4. Realizar operaciones vinculadas con el proceso de topologización estructural, relacionándolo con la fabricación aditiva, asegurando el cumplimiento en el diseño de criterios de calidad, seguridad y medioambiente.

- 4.1 La topologización estructural se establece como un método matemático que optimiza el diseño del material dentro de un espacio de diseño dado, para un conjunto dado de cargas, condiciones de contorno y restricciones con el objetivo de maximizar el rendimiento del sistema.
- 4.2 La creación de estructuras complejas y la topologización estructural se relacionan, identificando sus ventajas: reducción de los tiempos de fabricación y diseños, aumento de la resistencia mecánica del objeto, entre otras.
- 4.3 El proceso de topologización se establece en función del elemento sobre el que actuar, teniendo en cuenta el sector industrial en el que se va a aplicar.
- 4.4 El proceso de fabricación se concreta, usando el método de la topología estructural, atendiendo a un análisis de los beneficios en términos de costes, eficacia y calidad.
- 4.5 El proceso para transformar un diseño preexistente en uno topologizado se planifica mediante la optimización estructural del preexistente en función de la tecnología de fabricación aditiva utilizada.
- 4.6 Las mejoras y ahorros derivados de la transformación de un diseño preexistente que se realiza mediante topologización se identifican para una planificación de la calidad y los costes asociados, mediante diversas técnicas de cálculo.
- 4.7 Los objetos impresos estándar y su versión topologizada se generan, utilizando software de modelado 3D con el fin de realizar diversos análisis comparativos entre ellos, utilizando dicho software para calcular la variación del peso y el comportamiento estructural de dichos objetos.
- 4.8 Los criterios de calidad, seguridad y medioambiente se aplican en la fase del diseño, mediante el proceso de topologización estructural.

b) Especificaciones relacionadas con el “saber”.

La persona candidata, en su caso, deberá demostrar que posee los conocimientos técnicos (conceptos y procedimientos) que dan soporte a las actividades profesionales implicadas en las realizaciones profesionales de la **UC2623_3: Confeccionar estructuras aligeradas, realizando optimizaciones vinculadas con el proceso de topologización estructural en fabricación aditiva**. Estos conocimientos se presentan agrupados a partir de las actividades profesionales que aparecen en cursiva y negrita:

1. Diseño de estructuras aligeradas

- Funciones de las estructuras.
- Esfuerzos sobre estructuras: simples y combinados.
- Propiedades mecánicas de materiales en fabricación aditiva.
- Comportamiento anisotrópico de objetos impresos.
- Comportamiento estructural de objetos impresos.
- Posicionamiento de piezas en el proceso de fabricación aditiva.
- Identificación de las tipologías de estructuras aligeradas en fabricación aditiva: tipologías de estructuras aligeradas: lattice, t-grid, iso-grid, giroides, fractales, entre otros; software para la creación de estructuras aligeradas - Software de diseño 3D generativo -; piezas con estructura aligerada y tipologías de relleno.

2. Caracterización de los ensayos físicos en fabricación aditiva

- Control de calidad en la fabricación aditiva.
- Normativa de ensayos: Estándar europeo.
- Normas UNE-EN relacionadas con la fabricación aditiva.
- Laboratorio de ensayos en fabricación aditiva. Maquinaria para la realización de ensayos.
- Probetas modeladas por deposición fundida en diferentes materiales: PLA, ABS, nailon, entre otros.
- Ensayos comparativos: tracción, compresión y absorción de humedad.
- Otros ensayos físicos.

3. Determinación de la topologización estructural en la fabricación aditiva

- Topologización estructural.
- Topologización y estructuras complejas.
- Topologización estructural en los diferentes sectores productivos.
- Topologización y reducción de costes en el proceso productivo.
- Topologización y comportamiento estructural de las piezas.
- Diferencias entre las piezas estándar y las topologizadas.
- Software para topologización estructural: Software de diseño 3D generativo.

c) Especificaciones relacionadas con el “saber estar”.

La persona candidata debe demostrar la posesión de actitudes de comportamiento en el trabajo y formas de actuar e interactuar, según las siguientes especificaciones:

- Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.
- Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.
- Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento.
- Demostrar flexibilidad para entender los cambios.
- Mostrar en todo momento una actitud de respeto hacia los compañeros, procedimientos y normas internas de la empresa.
- Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

1.2. Situaciones profesionales de evaluación y criterios de evaluación.

La situación profesional de evaluación define el contexto profesional en el que se tiene que desarrollar la misma. Esta situación permite al evaluador o evaluadora obtener evidencias de competencia de la persona candidata que incluyen, básicamente, todo el contexto profesional de la Unidad de Competencia implicada.

Así mismo, la situación profesional de evaluación se sustenta en actividades profesionales que permiten inferir competencia profesional respecto a la práctica totalidad de realizaciones profesionales de la Unidad de Competencia.

Por último, indicar que la situación profesional de evaluación define un contexto abierto y flexible, que puede ser completado por las CC.AA., cuando éstas decidan aplicar una prueba profesional a las personas candidatas.

En el caso de la “UC2623_3: Confeccionar estructuras aligeradas, realizando optimizaciones vinculadas con el proceso de topologización estructural en fabricación aditiva”, se tiene una situación profesional de evaluación y se concreta en los siguientes términos:

1.2.1. Situación profesional de evaluación.

a) Descripción de la situación profesional de evaluación.

En esta situación profesional, la persona candidata demostrará la competencia requerida para confeccionar estructuras aligeradas, realizando optimizaciones vinculadas con el proceso de topologización estructural en fabricación aditiva, cumpliendo la normativa relativa a protección medioambiental, planificación de

la actividad preventiva y aplicando estándares de calidad. Esta situación comprenderá, al menos las siguientes actividades:

1. Seleccionar tipos de estructuras aligeradas y rellenos aplicando técnicas de topologización estructural y evaluando el comportamiento anisotrópico de los objetos a modelar.
2. Elaborar representaciones visualizadas de deformaciones, tensiones, fuerzas, entre otros para evaluar comportamiento en función del uso de la pieza.
3. Generar objetos con estructuras aligeradas, utilizando software específico de modelado 3D, en condiciones de seguridad.
4. Realizar ensayos físicos de tracción, compresión y absorción de humedad con máquinas al efecto para garantizar la resistencia de los objetos fabricados.

Condiciones adicionales:

- Se dispondrá de equipamientos, productos específicos y ayudas técnicas requeridas por la situación profesional de evaluación.
- Se comprobará la capacidad del candidato o candidata en respuesta a contingencias.
- Se asignará un tiempo total para que el candidato o la candidata demuestre su competencia en condiciones de estrés profesional.

b) Criterios de evaluación asociados a la situación de evaluación.

Cada criterio de evaluación está formado por un criterio de mérito significativo, así como por los indicadores y escalas de desempeño competente asociados a cada uno de dichos criterios.

En la situación profesional de evaluación, los criterios de evaluación se especifican en el cuadro siguiente:

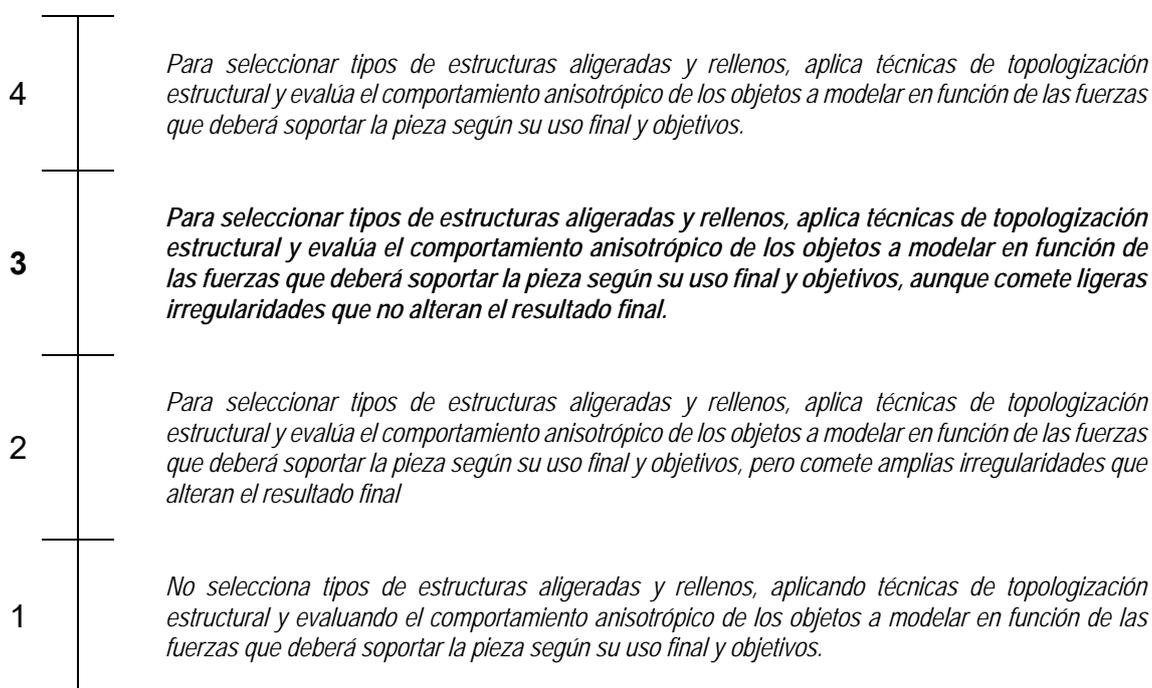
<i>Criterios de mérito</i>	<i>Indicadores de desempeño competente</i>
----------------------------	--

<p><i>Rigor en la selección de tipos de estructuras aligeradas y rellenos.</i></p>	<ul style="list-style-type: none">- Aplica técnicas de topologización estructural.- Evalúa las fuerzas que deberá soportar la pieza: tensiones, deformaciones, tracciones, según los usos y objetivos de la pieza.- Evalúa el comportamiento anisotrópico de los objetos a modelar según los usos y objetivos de la pieza. <p><i>El umbral de desempeño competente está explicitado en la Escala A.</i></p>
<p><i>Eficacia en la elaboración de representaciones visualizadas de deformaciones, tensiones, fuerzas, entre otros para evaluar comportamiento en función del uso de la pieza.</i></p>	<ul style="list-style-type: none">- Determina los elementos que componen la pieza.- Determina las propiedades mecánicas de los materiales.- Define el comportamiento anisotrópico.- Usa herramientas software de representación visualizada.- Estima la resistencia según la orientación de la pieza y el tipo de material. <p><i>El umbral de desempeño competente está explicitado en la Escala B.</i></p>
<p><i>Eficacia en la generación de objetos con estructuras aligeradas, utilizando software específico de modelado 3D, en condiciones de seguridad.</i></p>	<ul style="list-style-type: none">- Selecciona el programa a utilizar.- Calcula el tiempo de impresión.- Crea modelos con diferentes opciones de estructura aligerada y rellenos.- Utiliza las máquinas de impresión y herramientas cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales.- Utiliza los elementos de seguridad y equipos de protección individual según su objetivo. <p><i>El umbral de desempeño competente está explicitado en la Escala C.</i></p>
<p><i>Exhaustividad en la realización de ensayos físicos de tracción, compresión y absorción de humedad con máquinas al efecto para garantizar la resistencia de los objetos fabricados, previa calibración de los instrumentos.</i></p>	<ul style="list-style-type: none">- Selecciona las máquinas a utilizar en los ensayos.- Calibra los instrumentos.- Ejecuta las pruebas y recoge resultados para su comparación. <p><i>El umbral de desempeño competente está explicitado en la Escala D.</i></p>

Cumplimiento del tiempo asignado, considerando el que emplearía un o una profesional competente.

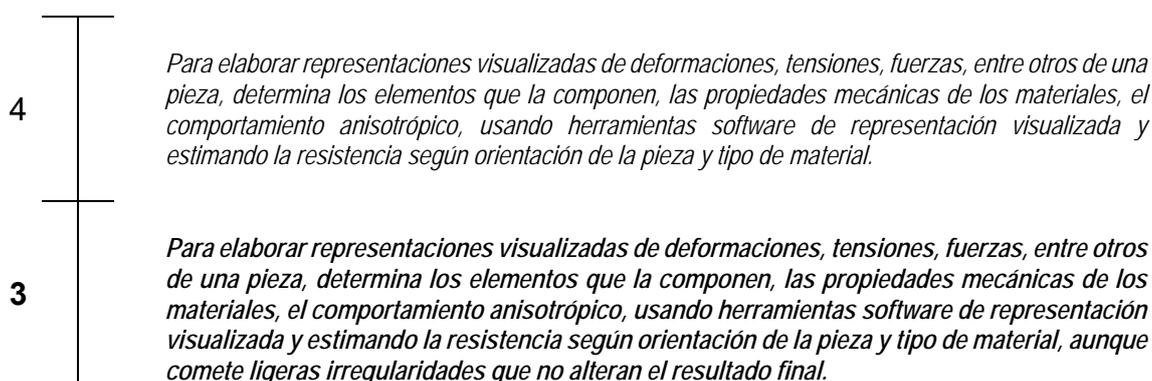
El desempeño competente requiere el cumplimiento, en todos los criterios de mérito, de la normativa aplicable en materia de prevención de riesgos laborales, protección medioambiental

Escala A



Nota: el umbral de desempeño competente corresponde a la descripción establecida en el número 3 de la escala.

Escala B



2	<i>Para elaborar representaciones visualizadas de deformaciones, tensiones, fuerzas, entre otros de una pieza, determina los elementos que la componen, las propiedades mecánicas de los materiales, el comportamiento anisotrópico, usando herramientas software de representación visualizada y estimando la resistencia según orientación de la pieza y tipo de material, pero comete amplias irregularidades que alteran el resultado final.</i>
1	<i>No elabora representaciones visualizadas de deformaciones, tensiones, fuerzas, entre otros de una pieza, determinando los elementos que la componen, las propiedades mecánicas de los materiales, el comportamiento anisotrópico, usando herramientas software de representación visualizada y estimando la resistencia según orientación de la pieza y tipo de material.</i>

Nota: el umbral de desempeño competente corresponde a la descripción establecida en el número 3 de la escala.

Escala C

4	<i>Para generar objetos con estructuras aligeradas, utiliza software específico de modelado 3D, selecciona el programa a utilizar, calcula el tiempo de impresión, crea modelos con diferentes opciones de estructura aligerada y rellenos, en condiciones de seguridad.</i>
3	<i>Para generar objetos con estructuras aligeradas, utiliza software específico de modelado 3D, selecciona el programa a utilizar, calcula el tiempo de impresión, crea modelos con diferentes opciones de estructura aligerada y rellenos, en condiciones de seguridad, aunque comete ligeras irregularidades que no alteran el resultado final.</i>
2	<i>Para generar objetos con estructuras aligeradas, utiliza software específico de modelado 3D, selecciona el programa a utilizar, calcula el tiempo de impresión, crea modelos con diferentes opciones de estructura aligerada y rellenos, en condiciones de seguridad, pero comete amplias irregularidades que alteran el resultado final.</i>
1	<i>No genera objetos con estructuras aligeradas, utilizando software específico de modelado 3D, seleccionando el programa a utilizar, calculando el tiempo de impresión y creando modelos con diferentes opciones de estructura aligerada y rellenos, en condiciones de seguridad.</i>

Nota: el umbral de desempeño competente corresponde a la descripción establecida en el número 3 de la escala.

Escala D

4	
---	--

3	<p><i>Para realizar ensayos físicos de tracción, compresión y absorción de humedad con máquinas al efecto para garantizar la resistencia de los objetos fabricados, selecciona las máquinas a utilizar en los ensayos, calibra los instrumentos, ejecuta las pruebas y recoge los resultados para su comparación.</i></p> <p><i>Para realizar ensayos físicos de tracción, compresión y absorción de humedad con máquinas al efecto para garantizar la resistencia de los objetos fabricados, selecciona las máquinas a utilizar en los ensayos, calibra los instrumentos, ejecuta las pruebas y recoge los resultados para su comparación, aunque comete ligeras irregularidades que no alteran el resultado final.</i></p>
2	<p><i>Para realizar ensayos físicos de tracción, compresión y absorción de humedad con máquinas al efecto para garantizar la resistencia de los objetos fabricados, selecciona las máquinas a utilizar en los ensayos, calibra los instrumentos, ejecuta las pruebas y recoge los resultados para su comparación, pero comete amplias irregularidades que alteran el resultado final.</i></p>
1	<p><i>No realiza ensayos físicos de tracción, compresión y absorción de humedad con máquinas al efecto para garantizar la resistencia de los objetos fabricados, seleccionando las máquinas a utilizar en los ensayos, calibrando los instrumentos, ejecuta las pruebas y recogiendo los resultados para su comparación.</i></p>

Nota: el umbral de desempeño competente corresponde a la descripción establecida en el número 3 de la escala.

2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA Y ORIENTACIONES PARA LAS COMISIONES DE EVALUACIÓN Y EVALUADORES/AS.

La selección de métodos de evaluación que deben realizar las Comisiones de Evaluación será específica para cada persona candidata, y dependerá fundamentalmente de tres factores: nivel de cualificación de la unidad de competencia, características personales de la persona candidata y evidencias de competencia indirectas aportadas por la misma.

2.1. Métodos de evaluación y criterios generales de elección.

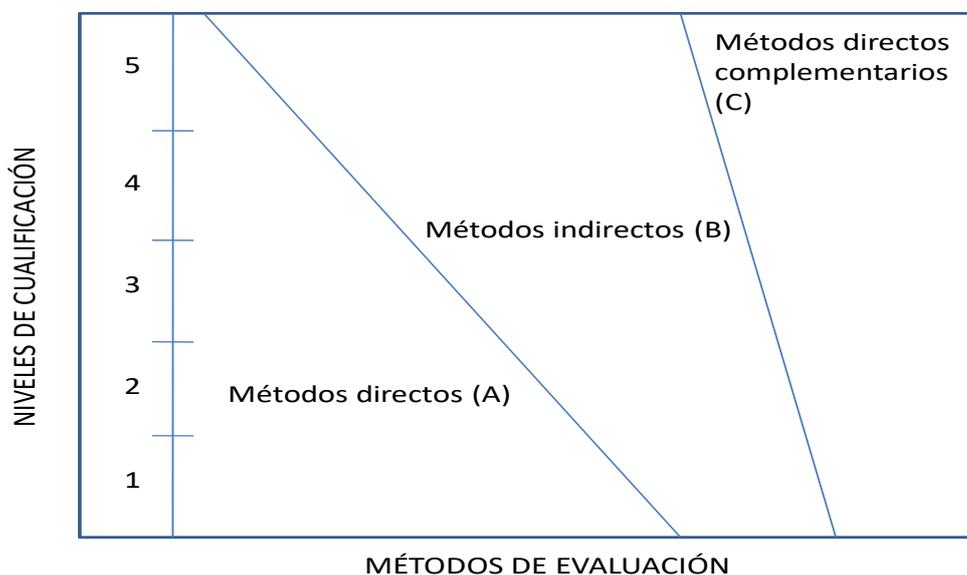
Los métodos que pueden ser empleados en la evaluación de la competencia profesional adquirida por las personas a través de la experiencia laboral, y vías no formales de formación son los que a continuación se relacionan:

- Métodos indirectos:** Consisten en la valoración del historial profesional y formativo de la persona candidata; así como en la valoración de muestras sobre productos de su trabajo o de proyectos realizados.

Proporcionan evidencias de competencia inferidas de actividades realizadas en el pasado.

b) **Métodos directos:** Proporcionan evidencias de competencia en el mismo momento de realizar la evaluación. Los métodos directos susceptibles de ser utilizados son los siguientes:

- Observación en el puesto de trabajo (A).
- Observación de una situación de trabajo simulada (A).
- Pruebas de competencia profesional basadas en las situaciones profesionales de evaluación (C).
- Pruebas de habilidades (C).
- Ejecución de un proyecto (C).
- Entrevista profesional estructurada (C).
- Preguntas orales (C).
- Pruebas objetivas (C).



Fuente: Leonard Mertens (elaboración propia)

Como puede observarse en la figura anterior, en un proceso de evaluación que debe ser integrado (“holístico”), uno de los criterios de elección depende del nivel de cualificación de la UC. Como puede

observarse, a menor nivel, deben priorizarse los métodos de observación en una situación de trabajo real o simulada, mientras que, a niveles superiores, debe priorizarse la utilización de métodos indirectos acompañados de entrevista profesional estructurada.

La consideración de las características personales de la persona candidata, debe basarse en el principio de equidad. Así, por este principio, debe priorizarse la selección de aquellos métodos de carácter complementario que faciliten la generación de evidencias válidas. En este orden de ideas, nunca debe aplicarse una prueba de conocimientos de carácter escrito a una persona candidata a la que se le aprecien dificultades de expresión escrita, ya sea por razones basadas en el desarrollo de las competencias básicas o factores de integración cultural, entre otras. Una conversación profesional que genere confianza sería el método adecuado.

Por último, indicar que las evidencias de competencia indirectas debidamente contrastadas y valoradas, pueden incidir decisivamente, en cada caso particular, en la elección de otros métodos de evaluación para obtener evidencias de competencia complementarias.

2.2. Orientaciones para las Comisiones de Evaluación y Evaluadores.

- b) En la fase de evaluación siempre se deben contrastar las evidencias indirectas de competencia presentadas por la persona candidata. Deberá tomarse como referente la UC, el contexto que incluye la situación profesional de evaluación, y las especificaciones de los “saberes” incluidos en las dimensiones de la competencia. Se recomienda utilizar una entrevista profesional estructurada.
- c) Si se evalúa a la persona candidata a través de la observación en el puesto de trabajo, se recomienda tomar como referente los logros expresados en las realizaciones profesionales considerando el contexto expresado en la situación profesional de evaluación.
- d) Si se aplica una prueba práctica, se recomienda establecer un tiempo para su realización, considerando el que emplearía un o una profesional competente, para que el evaluado trabaje en condiciones de estrés profesional.
- e) Por la importancia del “saber estar” recogido en la letra c) del apartado 1.1 de esta Guía, en la fase de evaluación se debe comprobar la

competencia de la persona candidata en esta dimensión particular, en los aspectos considerados.

- f) Esta Unidad de Competencia es de nivel "3" y sus competencias tienen componentes psicomotores, cognitivos y actitudinales. Por sus características, y dado que, en este caso, tiene mayor relevancia el componente de destrezas psicomotrices, en función del método de evaluación utilizado, se recomienda que en la comprobación de lo explicitado por la persona candidata se complemente con una prueba práctica que tenga como referente las actividades de la situación profesional de evaluación. Esta prueba se planteará sobre un contexto definido que permita evidenciar las citadas competencias, minimizando los recursos y el tiempo necesario para su realización, e implique el cumplimiento de las normas de seguridad, prevención de riesgos laborales y medioambientales requeridas.
- g) Si se utiliza la entrevista profesional para comprobar lo explicitado por la persona candidata se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

Se estructurará la entrevista a partir del análisis previo de toda la documentación presentada por la persona candidata, así como de la información obtenida en la fase de asesoramiento y/o en otras fases de la evaluación.

La entrevista se concretará en una lista de cuestiones claras, que generen respuestas concretas, sobre aspectos que han de ser explorados a lo largo de la misma, teniendo en cuenta el referente de evaluación y el perfil de la persona candidata. Se debe evitar la improvisación.

El evaluador o evaluadora debe formular solamente una pregunta a la vez dando el tiempo suficiente de respuesta, poniendo la máxima atención y neutralidad en el contenido de las mismas, sin enjuiciarlas en ningún momento. Se deben evitar las interrupciones y dejar que la persona candidata se comunique con confianza, respetando su propio ritmo y solventando sus posibles dificultades de expresión.

Para el desarrollo de la entrevista se recomienda disponer de un lugar que respete la privacidad. Se recomienda que la entrevista sea grabada mediante un sistema de audio vídeo previa autorización de la persona implicada, cumpliéndose la ley de protección de datos.