

PROYECTO DE INNOVACIÓN APLICADA Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO EN FORMACIÓN PROFESIONAL

(Convocatoria de ayudas, BOE núm. 136, de 8 de junio de 2021)

cobots

la robótica colaborativa en la Industria 4.0



Valls, setiembre de 2023 ANEXO X: Memoria final del proyecto de innovación e investigación aplicadas y transferencia del conocimiento en la formación Profesional. Convocatoria 2021.

Contenido

1. CONCLUSIONES SOBRE LA INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA CONSEGUIDAS CON EL PROYECTO.	4
1.1. BREVE RESUMEN DEL PROYECTO, TRAS SU FINALIZACIÓN. VALORACIÓN DE LA RELACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS DE LA CONVOCATORIA, A LA VISTA DE CÓMO SE HA DESARROLLADO Y DE CUÁLES SON LOS RESULTADOS CONSEGUIDOS.	4
1.2. DESCRIPCIÓN DEL VALOR AÑADIDO DEL PROYECTO, CON INDICACIÓN DE LOS BENEFICIOS QUE PARA LOS CENTROS EDUCATIVOS HA REPORTADO.	6
1.3. EXPECTATIVAS DE CONTINUIDAD Y/O INSTITUCIONALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS O DESARROLLOS CONSEGUIDOS EN EL MARCO DEL PROYECTO.	6
2. MEMORIA ECONÓMICA.	7
2.1. CUANTÍA TOTAL DE LA SUBVENCIÓN RECIBIDA.	7
2.2. GASTOS DESAGREGADOS POR PARTICIPANTES EN EL PROYECTO.	7
3. DESARROLLO DEL PROYECTO.	9
3.1. ÍNDICE DE LAS FASES PREVISTAS INICIALMENTE Y QUE CONSTABAN EN LA MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO.	9
3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES EN LAS QUE SE HA DESARROLLO FINALMENTE EL PROYECTO.	9
4. RESULTADOS FINALES.	10
4.1. PRODUCTOS / RESULTADOS TANGIBLES E INTANGIBLES.	10
4.2. IMPACTO.	12
4.3. OTROS RESULTADOS NO ESPERADOS.	12
4.4. INDICAR LAS CAUSAS DE POSIBLES VARIACIONES Y/O DESAJUSTES ENTRE LOS RESULTADOS PREVISTOS (RECOGIDOS EN LA MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO) Y LOS RESULTADOS FINALMENTE CONSEGUIDOS.	12
5. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO.	12
5.1. DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO LLEVADO A CABO. VALORACIÓN DEL GRADO DE AJUSTE DEL PROYECTO A LO PREVISTO INICIALMENTE.	12
5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES DESAJUSTES, ESPECIFICANDO SUS CAUSAS, LA NATURALEZA DE TALES DESVIACIONES O NO CONFORMIDADES (DE CARÁCTER TÉCNICO, DE COORDINACIÓN, DE GESTIÓN U OTROS).	13
5.3. MEDIDAS APLICADAS PARA FACILITAR EL AJUSTE DEL PROYECTO EN SU INICIO, DESARROLLO Y CIERRE, SI PROCEDEN.	13
6. DIFUSIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LOS RESULTADOS, EN SU CASO.	13
6.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES, SOPORTES Y/O INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA DIFUNDIR EL PROYECTO Y SUS RESULTADOS HASTA LA FECHA DE ELABORACIÓN DE LA MEMORIA, SI PROCEDE.	13
6.2. RESULTADOS CONSEGUIDOS CON LA DIFUSIÓN DEL PROYECTO Y SUS RESULTADOS, SI PROCEDE.	17
7. VALORACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN EN LA CONVOCATORIA.	17
7.1. REFLEXIÓN SOBRE LOS BENEFICIOS OBTENIDOS A PARTIR DE ESTA PARTICIPACIÓN.	17
7.2. DIFICULTADES ENCONTRADAS.	18
7.3. SUGERENCIAS DE MEJORA.	18
8. ANEXOS.	19

ANEXO X: Memoria final del proyecto de innovación e investigación aplicadas y transferencia del conocimiento en la formación Profesional. Convocatoria 2021.

Título del Proyecto		“COBOTS la robótica colaborativa en la industria 4.0”	
Centro educativo coordinador del Proyecto		Institut Jaume huguet. Antiga Escola del Treball	
Línea/s temática/s		Línea 1, línea 2, línea 3, línea5 y línea 6	
Duración del proyecto		15 meses	
Participantes del proyecto			
Miembros	Denominación (Centro/empresa)	Funciones desarrolladas	Datos de contacto
Centro Coordinador	Institut Jaume Huguet. Antiga Escola del Treball	Coordinación. Desarrollo de los paquetes de trabajo.	Código de centro: 43004611 Dirección: Creu de Cames, s/n Población: 43800 VALLS (Tarragona) Teléfono: 977600938 Fax: 977612565 Web: www.institutjaumehuguet.cat Dirección electrónica: e3004611@xtec.cat NIF: Q9355020J
participante 1	Instituto Escola del Treball	Desarrollo de los paquetes de trabajo.	Código de centro: 08013275 Dirección: Carrer del Comte d'Urgell, 187, edificio 11 Población: Barcelona Teléfono:934 30 92 00 Web: https://escoladeltreball.org/ Dirección electrónica: secretaria@escoladeltreball.org NIF: Q5856098H
Participante 2	IES Cotes Baixes	Desarrollo de los paquetes de trabajo.	Código de centro: 03000400 Dirección: Polígono COTES BAIXES, S/N Población: ALCOI Teléfono: 966 52 81 10 Web: https://www.iescotesbaixes.org Dirección electrónica:03000400@edu.gva.es NIF: Q5355168E
Participante 3	CIPFP Canastell	Desarrollo de los paquetes de trabajo.	Código de centro: 03010442 Dirección: Carrer Monóvar, 5 Población: Sant Vicent del Raspeig (Alicante) Teléfono: 965936460 Web: www.cipfpcanastell.com Dirección electrónica: 03010442@edu.gva.es NIF: Q5355299H
Participante 4	Universal Robots Spain S.L.	Formación de los profesores y asesoramiento continuo.	Dirección: c/Agricultura 106 Población: Barcelona Teléfono: 933158076 Web: https://www.universal-robots.com/ Dirección electrónica: education.es@universal-robots.com NIF: B66279191

Tabla 1

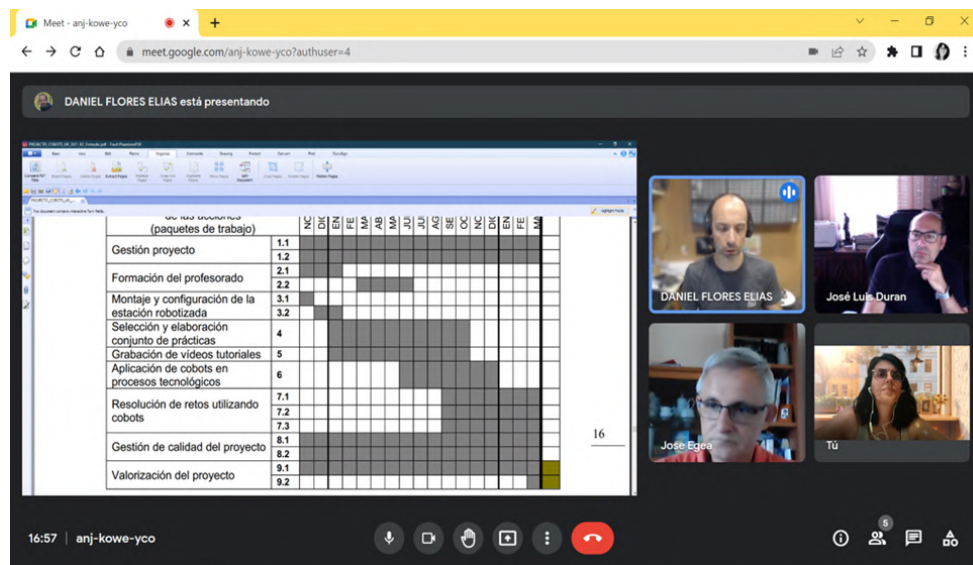
1. Conclusiones sobre la innovación y transferencia conseguidas con el proyecto.

1.1. Breve resumen del proyecto, tras su finalización. Valoración de la relación del proyecto con los objetivos de la convocatoria, a la vista de cómo se ha desarrollado y de cuáles son los resultados conseguidos.

El proyecto COBOTS la robótica colaborativa en la industria 4.0, tiene como objetivo principal la preparación de los alumnos/as para la robótica del futuro. En él se pretende dar las herramientas necesarias tanto al profesorado como al alumnado para aprender esta nueva tecnología. En el transcurso del proyecto se han desarrollado contenidos multimedia para ayudar a los profesores y los alumnos en estas tecnologías emergentes. Los centros participantes han investigado y documentado todos los conocimientos adquiridos durante la realización del proyecto.

Mediante la dotación económica, los participantes han podido alquilar equipos de última tecnología necesarios para la realización de los videotutoriales y manuales formativos.

En enero de 2022, una vez adjudicado el proyecto empieza su ejecución. Con los efectos de la pandemia todavía presentes, los distintos centros participantes nos pusimos a trabajar de forma telemática. A través de videoconferencias, un canal de mensajería instantánea, el uso de una nube de trabajo... se acortaron distancias entre los equipos de trabajo, permitiendo colaborar en las diversas tareas planteadas de forma dinámica y coordinada.



En esta fase y hasta que se realizó el ingreso de la subvención correspondiente para la Fase 1, los centros estuvimos realizando distintas reuniones para establecer los procedimientos para desarrollar los paquetes de trabajo. En mayo de 2022, y tras recibir la subvención de la Fase 1, nos pusimos en contacto con los distintos distribuidores para poder realizar el alquiler de los equipos y dispositivos.

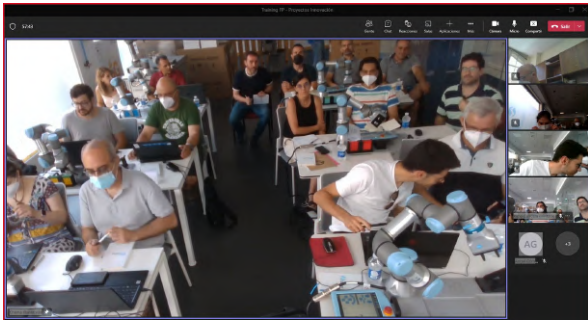
Los efectos de la pandemia generados en la producción y distribución material electrónico nos obligaron a replantear la distribución económica de las distintas partidas, ya que se produjo a nivel mundial un problema en el suministro de microchips.

Una vez solicitada y aceptada la nueva distribución presupuestaria, se procedió al alquiler de los equipos y nos iniciamos la realización de los paquetes de trabajo correspondientes.

La demora para iniciar el proyecto nos obligó a condensar los objetivos planteados inicialmente para la Fase 1.

Finalmente conseguimos poner en marcha los equipos y empezamos a realizar el primer grupo de videotutoriales.

En el mes de julio de 2022, la empresa colaboradora Universal Robots, también nos proporciona la primera formación necesaria para realizar correctamente la programación de los robots colaborativos.



Para el mes de agosto de 2022 ya se habían realizado algunos videotutoriales y se había preparado una plataforma web dónde subir todo el material (con un entorno propio bajo identidad de marca con logotipo y manual de estilo diseñados exclusivamente para el proyecto y toda documentación generada) En este espacio web se encuentra alojado todo el material desarrollado por los centros participantes y para el uso de cualquier usuario/a:

<https://sites.google.com/view/cobots4>



En septiembre de 2022 se inició la Fase 2 del proyecto. Para el curso escolar 2022/2023 se continuó con la realización de los distintos paquetes de trabajo. En esta fase los conocimientos previos adquiridos en la Fase 1 nos permitieron la grabación de nuevos videotutoriales para los sistemas más avanzados que acompañan al robot colaborativo (cámara de visión 3D, montaje y sincronización con conveyor, manipuladores especiales, etc ...).

A mediados de la Fase 2, los distintos centros participantes nos encontramos en la ciudad de Elche para realizar una formación específica correspondiente a la cámara tridimensional que acompaña a nuestros robots. El día 24 de marzo realizamos en la empresa CFZ Cobots de Elche (Alicante) una formación específica para profesores y profesoras. Es este encuentro intercentros-empresa presencial en Elche, donde los coordinadores de cada centro, los profesores colaboradores y algunos alumnos/as, nos encontramos para compartir experiencias e intercambiar opiniones en vivo y en directo.

En la última parte de la Fase 2, nos hemos centrado en organizar todo el material generado para colgarlo en el espacio web y en youtube, de manera que se encuentre disponible para quien quiera utilizarlo, así como es completar las estaciones de trabajo con distintas configuraciones SMED de montaje rápido y herramientas impresas por fabricación aditiva.

La empresa Universal Robots, colaboradora en el proyecto y fabricante de los robots colaborativos, se encargará también de divulgar todo el material desarrollado en el transcurso de este proyecto para que todos los centros que lo deseen puedan consultar y utilizar los manuales, videotutoriales y ejercicios para la formación.

Una vez finalizado el proyecto, podemos comprobar que se han alcanzado los objetivos planteados en la memoria inicial.

El buen ambiente entre los coordinadores de cada centro y un objetivo común “aprender”, ha propiciado un equipo de trabajo eficiente y finalmente unas relaciones entre centros excepcionales.

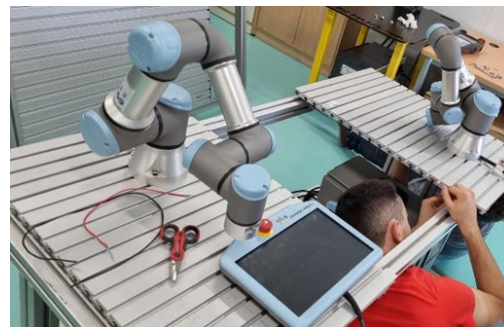
1.2. Descripción del valor añadido del proyecto, con indicación de los beneficios que para los centros educativos ha reportado.

La participación en este proyecto, ha permitido a los/las docentes implicados/as en el desarrollo del proyecto, adquirir los conocimientos necesarios para impartir clases de alto nivel en materia de robots colaborativos y tecnologías 4.0 vinculadas a los mismos (como son la visión artificial, la impresión 3D, la gestión de datos en la nube,...).

Estos conocimientos, pueden desarrollarse en distintos módulos de las familias industriales como por ejemplo Automática y Robótica Industrial y Mecatrónica Industrial, pero también tienen cabida en otros niveles como por ejemplo las especializaciones de formación profesional, el bachillerato y por supuesto en la universidad.

Para nuestros centros, esta experiencia nos sitúa en la cabeza del pelotón en cuestión de robótica colaborativa, situando a nuestros alumnos y alumnas en la élite de personas formadas para la industria 4.0 del presente y del futuro, respondiendo ampliamente a las necesidades de digitalización de las líneas de producción y de la fabricación avanzada.

La generación de videotutoriales para la programación de COBOTS desde nuestros centros y para cualquier usuario/a ya sea docente o estudiante, da visibilidad pública del enorme trabajo realizado por los profesores, profesoras, alumnos y alumnas implicados.



Gracias a las redes sociales, las plataformas web y los distintos medios de comunicación estamos logrando que todo este trabajo realizado llegue a quien más lo necesite para usarlo y sacarle el máximo provecho, incluso permite la posibilidad de seguir profundizando y trabajando en el dominio de la esta tecnología de la cuarta revolución industrial.

Finalmente, nuestros centros se sitúan como centros de referencia en robótica a nivel estatal, siendo dos de ellos parte de la Red Estatal de Centros de excelencia en Formación profesional y concretamente en fabricación automatizada (Instituto Escola del Treball y IES Cotes Baixes) y referentes de innovación digital en la Familia de Instalación y Mantenimiento por el Centro de Innovación Digital Avanzada (CIDA) de la Comunidad Valenciana con destacada participación de la mujer (CIPFP CANASTELL).

Por otro lado, el Institut Jaume Huguet, es el centro encargado de organizar las competiciones autonómicas de Robótica colaborativa en Catalunya, los CatSkills RC.

1.3. Expectativas de continuidad y/o institucionalización de las actividades realizadas o desarrollos conseguidos en el marco del proyecto.

Las bases para realizar material formativo y compartirlo con la comunidad educativa, se han sentado en el transcurso de este proyecto. Por ello, los profesores implicados en este proyecto, continuarán generando información más allá del alcance del proyecto, para hacer crecer la biblioteca multimedia de COBOTS 4.0.

La empresa Universal Robots, colaboradora en este proyecto, también está incorporando de manera activa todo el material que se ha generado y que se va a generar a partir de ahora, a su base de datos para

ofrecerlos a la comunidad mundial. Esto garantiza que la inversión material y humana que se ha realizado en este proyecto haya valido la pena y será creciendo en cualquier parte del mundo, dado el impacto global de la empresa en el mismo.

Una vez finalizado el proyecto, todo el material queda disponible al público mediante la plataforma web, nuestro canal de Youtube COBOTS 4.0. y en la academia online de Universal Robots.

2. Memoria económica.

2.1. Cuantía total de la subvención recibida.

La cuantía total de la subvención recibida ha sido de 200.000€.

2.2. Gastos desagregados por participantes en el proyecto.

Miembros	Denominación (Centro/empresa)	Datos de contacto	Gasto de cada participante
Centro Coordinador	Institut Jaume Huguet. Antiga Escola del Treball	Código de centro: 43004611 Dirección: Creu de Cames, s/n Población: 43800 VALLS (Tarragona) Teléfono: 977600938 Fax: 977612565 Web: www.institutjaumehuguet.cat Dirección electrónica: e3004611@xtec.cat NIF: Q9355020J	50.000€
Participante 1	Instituto Escola del Treball	Código de centro: 08013275 Dirección: Carrer del Comte d'Urgell, 187, edificio 11 Población: Barcelona Teléfono:934 30 92 00 Web: https://escoladeltreball.org/ Dirección electrónica: secretaria@escoladeltreball.org NIF: Q5856098H	50.000€
Participante 2	IES Cotes Baixes	Código de centro: 03000400 Dirección: Polígono COTES BAIXES, S/N Población: ALCOI Teléfono: 966 52 81 10 Web: https://www.iescotesbaixes.org Dirección electrónica:03000400@edu.gva.es NIF: Q5355168E	50.000€
Participante 3	CIPFP Canastell	Código de centro: 03010442 Dirección: Carrer Monóvar, 5 Población: Sant Vicent del Raspeig (Alicante) Teléfono: 965936460 Web: www.cipfpcanastell.com Dirección electrónica: 03010442@edu.gva.es NIF: Q5355299H	50.000€
Participante 4	Universal Robots	Dirección: c/Agricultura 106 Población: Barcelona Teléfono: 933158076 Web: https://www.universal-robots.com/ Dirección electrónica: education.es@universal-robots.com NIF: B66279191	0€

Tabla 2

En nuestro proyecto, todos los centros han tenido el mismo gasto. Para la realización del proyecto, todos los participantes han arrendado los mismos equipos de robótica.

Gastos por Fase del Proyecto		FASE 1	FASE 2	TOTAL POR CENTRO	TOTAL PROYECTO (x4)
		62,50%	37,50%		
2.1. Indemnización por dietas y desplazamiento	Alojamiento, manutención, viajes	0,00 €	1.162,50 €	1.162,50 €	4.650,00€
2.2.1. Arrendamiento y cánones	Alquiler 1 x Cobots UR3e	17.980,00 €	13.500,00 €	31.480,00€	125.920,00€
	Alquiler KIT pinza 2FG7	1.739,38 €	1.043,62 €	2.783,00€	11.132,00€
	Alquiler ventosa vacío eléctrica VGC10	1.508,75 €	905,25 €	2414,00€	9.656,00€
	Alquiler Cámara VA EYES	2.431,25 €	1.458,76 €	3.890,01€	15.560,04€
	Alquiler pinza RG6	4.520,00 €	0,00 €	4.520,00€	18.080,00€
2.2.3. Material, suministros y otros	Cables, tornillería, pequeño material, fungible, perfiles aluminio,.....	3.070,62 €	286,12 €	3.356,74€	13.426,96€
2.3. Informe auditoría	Asesoramiento e informe auditoría	0,00 €	393,75 €	393,75€	1.575,00€
TOTAL GASTOS		31.250,00€	18.750,00€	50.000,00€	200.000,00€

Tabla 3

3. Desarrollo del proyecto.

3.1. Índice de las fases previstas inicialmente y que constaban en la memoria técnica del proyecto.

FASES EJECUCIÓN DEL PROYECTO		2021		2022												2023		
		NOV	DIC	FASE I						FASE II						ENE	FEB	MAR
Duración temporal de las acciones (paquetes de trabajo)		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Gestión proyecto	1.1																	
	1.2																	
Formación del profesorado	2.1																	
	2.2																	
Montaje y configuración de la estación robotizada	3.1																	
	3.2																	
Selección y elaboración conjunto de prácticas	4																	
Grabación de vídeos tutoriales	5																	
Aplicación de cobots en procesos tecnológicos	6																	
Resolución de retos utilizando cobots	7.1																	
	7.2																	
	7.3																	
Gestión de calidad del proyecto	8.1																	
	8.2																	
Valorización del proyecto	9.1																	
	9.2																	

Tabla 4

3.2. Descripción de las fases en las que se ha desarrollado finalmente el proyecto.

FASES EJECUCIÓN DEL PROYECTO		2022												2023						
		FASE 1						FASE 2						ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Duración temporal de las acciones (paquetes de trabajo)		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Gestión proyecto	1.1																			
	1.2																			
Formación del profesorado	2.1																			
	2.2																			
Montaje y configuración de la estación robotizada	3.1																			
	3.2																			
Selección y elaboración conjunto de prácticas	4																			
Grabación de vídeos tutoriales	5																			
Aplicación de cobots en	6																			

inglés. Incorporarán siempre la resolución de las mismas. De este producto se benefician tanto profesorado como alumnado.

Se han desarrollado diferentes prácticas en formato de documento electrónico y también mediante videotutoriales. En los videotutoriales se incluye la resolución de los ejercicios planteados.

Algunas de las prácticas están descritas en Inglés. Después de trabajar en este proyecto, hemos comprobado que en internet se puede acceder a una gran cantidad de contenido formativo en inglés, pero muy poco en español, de manera que el material formativo generado en este proyecto, representa una gran aportación para la programación de robots colaborativos de habla hispana.

b) Cuatro pequeños proyectos de automatización resueltos utilizando la estación de robótica colaborativa, incluyendo uso de la cinta transportadora y/o la cámara de visión artificial. Será accesible toda la documentación: enunciado, esquemas, programa del cobot. De este producto se beneficia tanto profesorado como alumnado.

En nuestro canal de Youtube podemos encontrar una colección de videotutoriales que se han orientado específicamente a los proyectos que conectan el robot colaborativo con las cintas transportadoras y diferentes sistemas de visión artificial. En estos videos, se describe paso a paso todo el ejercicio.

c) Un conjunto de videotutoriales (entre 8 y 12) de una duración de 2 a 4 minutos cada uno, realizados por los cuatro centros para explicar cómo configurar y programar el Cobot UR3. De este producto se beneficia tanto profesorado como alumnado.

Se han realizado un total de 3:20h de videotutoriales para la formación, distribuidos en 48 videos. Todos los videotutoriales se pueden visualizar en el canal de Youtube de COBOTS 4.0 [enlace](#).

Por todo ello, podemos afirmar que los resultados finales en este apartado, sobrepasan de largo los objetivos planteados inicialmente.

d) Programaciones de módulos actualizadas en contenidos y resultados de aprendizaje, incorporando metodología ABP y/o metodología de retos intermódulos. Este producto servirá de referencia al profesorado que quiera implantar nuevas metodologías docentes en el aula.

- CF GS Mecatrónica Industrial, actualización y aplicación de contenidos en módulos: Simulación de Sistemas Mecatrónicos, Integración de Sistemas y Configuración de Sistemas Mecatrónicos (trabajo por retos).
- CF GM Mantenimiento Electromecánico, actualización y aplicación de contenidos en módulo: Montaje y Mantenimiento de Líneas Automatizadas (trabajo por retos).
- CF GS Automatización y Robótica Industrial, actualización y aplicación de contenidos en módulos: Sistemas programables avanzados, Robótica industrial, Comunicaciones industriales, Integración de sistemas de automatización industrial, Proyecto de automatización y robótica industrial.
- CF Especialización GS Robótica colaborativa: Robótica colaborativa, Configuración y programación, Seguridad y mantenimiento.
- CF Especialización GS Fabricación inteligente: Procesos productivos inteligentes, Virtualización de máquinas y procesos productivos

e) Propuestas de negocio de nuevas empresas para abordar la impartición de robótica industrial colaborativa en centros de ESO, bachillerato y primaria. Serán propuestas trabajadas en el módulo de EIE (área de FOL). Este producto beneficia al alumnado.

En el proyecto cualquier actividad se ha planteado en modo de reto, teniendo especial cuidado de los valores emprendedores hasta el más mínimo detalle. Se ha impreso valor de marca al proyecto, de forma que, el mismo se reconoce mediante una estética propia, un logotipo original y una identidad de marca. Esto se refleja en todos los documentos gráficos generados, desde las cabeceras de videotutoriales hasta la camiseta del interlocutor/a en los mismos. La participación y colaboración con el alumnado, haciéndoles

ver el proyecto como propio ha aumentado su motivación hacia el aprendizaje de la tecnología trabajada, potenciando sus capacidades y desplegando nuevas habilidades, entre ellas las tan demandadas por las empresas soft skills.

4.2. Impacto.

El impacto del proyecto se prevé importante. El profesorado una vez formado en robótica colaborativa, ha modificado las programaciones de los módulos con contenidos de robótica industrial, para que contemplen los cobots. Hay que destacar que estos contenidos y las competencias digitales que se pretenden adquirir están directamente vinculados a los ciclos de Automatización y Robótica Industrial, Mecatrónica Industrial, Programación de la Fabricación de la Producción, Mantenimiento electrónico y Electromedicina clínica y al curso de especialización de Fabricación Inteligente. También, aunque con menor intensidad, en otros grados superiores y medios de estas familias profesionales que transversalmente pueden ser de interés alcanzar habilidad en ello. Solo en alumnado de los centros participantes, estamos impactando sobre la mejora de competencias digitales de más de 200 alumnos y alumnas, y, de forma indirecta, a muchos más que se podrán aprovechar de los productos generados (como por ejemplo en Restauración, Prevención de Riesgos Laborales y Cuidados Auxiliares, dado el crecimiento de uso particular en esos sectores, servicio y exoesqueletos). Cabe destacar que también, desde la Formación Profesional, se puede dar servicio al Bachillerato Tecnológico. Así, en la Escola del Treball de Barcelona, unos 15 alumnos de bachillerato cursarán, durante 4h por semana, la materia de Robótica Colaborativa con un cobot UR3. Mediante otra metodología, a través de retos, también será utilizado por el IES Cotes Baixes para su Bachillerato Tecnológico. De esta forma, conseguimos dos objetivos. El primero está directamente vinculado al proyecto: mejora de las competencias digitales en Industria 4.0. El segundo consiste en que el alumnado de bachillerato vea la Formación Profesional como una primera opción, tan válida o más como lo es la universidad. Al final, las empresas del sector podrán contar con un alumnado preparado para poder implantar, mantener y programar robots colaborativos.

4.3. Otros resultados no esperados.

El hecho que el centro coordinador del proyecto (INS Jaume Huguet) sea el encargado de organizar la próxima edición de la competición de Skills de robótica en Cataluña y que esta se organice en base a un cobot de la empresa Universal Robots (UR) debería servir para fomentar la presentación del alumnado de los centros catalanes a la competición. Pero además, cabe destacar que Universal Robots (UR) será la empresa del sector implicada en las Skills de robótica tanto en el País Vasco como en Valencia, además de Cataluña. Sin duda, este proyecto ayudará a incrementar el número de alumnos y alumnas que se presentarán a la competición, subirá el nivel del alumnado catalán y valenciano en robótica colaborativa y, por tanto, se espera también un mayor nivel en la competición.

4.4. Indicar las causas de posibles variaciones y/o desajustes entre los resultados previstos (recogidos en la memoria técnica del proyecto) y los resultados finalmente conseguidos.

En el transcurso del proyecto tuvimos que realizar una variación importante que modificó las partidas económicas de la Fase 1. Como se explica en el apartado 3.2, como consecuencia de un problema global en el suministro de semiconductores que afectó a muchas empresas tecnológicas de todo el mundo, se solicitó permiso para modificar las partidas económicas establecidas en el proyecto inicial que no podían ejecutarse en su totalidad.

Esta variación no afectó en absoluto los resultados deseados en finalizar el proyecto, incluso ha permitido mejorar nuestra oferta de videotutoriales, al disponer de nuevo material no contemplado en el proyecto original.

Por todo ello, los profesores y las profesoras que hemos participado en este proyecto nos sentimos muy satisfechos con los resultados obtenidos, superando incluso los objetivos planteados inicialmente.

5. Seguimiento y evaluación del proyecto.

5.1. Descripción y valoración del plan de seguimiento y evaluación del proyecto llevado a cabo. Valoración del grado de ajuste del proyecto a lo previsto inicialmente.

PLANTILLA PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO	SI	NO	Nivel de realización 0 -> No realizado 5 -> Totalmente Realizado
Se ha realizado una descripción correcta del proyecto	X		5
Existe una fundamentación de la fase de proyecto	X		5
Está bien definida la finalidad de cada fase	X		4
Están definidos adecuadamente y son realizables los objetivos de cada fase	X		4
Están definidas las metas para cada fase	X		5
Están nombrados los responsables de cada fase	X		5
Están marcados los objetivos a alcanzar en cada fase	X		4
Está definida la localización o lugar de la ejecución del proyecto en cada fase	X		5
Están especificadas las actividades y tareas a realizar en cada fase	X		5
Están determinados los plazos de las actividades previstas para cada fase	X		3
Están determinados los recursos humanos, materiales , técnicos y financieros para cada fase	X		5
Existe un presupuesto detallado para cada fase	X		5
Existe una estructura organizativa y de gestión de proyecto	X		5
Existen indicadores de evaluación de proyecto	X		5
Se ha determinado la forma de realizar la difusión del proyecto	X		5

Se han alcanzado los objetivos previstos	SI	NO	Indicador 0 -> No realizado 5 -> Totalmente Realizado
Se han alcanzado los objetivos previstos	X		5
Se han realizado las actividades previstas	X		5
Se ha ejecutado el presupuesto previsto	X		5
Se ha cumplido la metodología a seguir en el proyecto	X		5
Se ha realizado la aplicación prevista de las TIC en el proyecto	X		5
Se han ejecutado las colaboraciones previstas en el proyecto	X		5
Se ha realizado la difusión del proyecto	X		5

5.2. Descripción de los principales desajustes, especificando sus causas, la naturaleza de tales desviaciones o no conformidades (de carácter técnico, de coordinación, de gestión u otros).

Al desajuste de materia prima electrónica disponible globalmente al inicio del proyecto, en el caso del CIPFP CANASTELL, se sumó que, tras la recepción del UR3e para poner inicio a las experiencias se detectó un defecto de fábrica que obligó a retirar el equipo y esperar más de un mes a recibir un equipo nuevo. Superado esto, el equipo pudo seguir trabajando sin inconvenientes con el equipo. Con la recepción de algunos componentes (Fase 1) también se tuvo dificultades de recepción de algunos materiales y suministros por falta de stock en el origen que se solventó en unas semanas.

5.3. Medidas aplicadas para facilitar el ajuste del proyecto en su inicio, desarrollo y cierre, si procede.

Se han descrito anteriormente.

6. Difusión y explotación de los resultados, en su caso.

6.1. Descripción de las acciones, soportes y/o instrumentos utilizados para difundir el proyecto y sus resultados hasta la fecha de elaboración de la Memoria, si procede.

Para la difusión de los resultados del proyecto se han utilizado una serie de soportes e instrumentos abiertos a la comunidad educativa y profesional del sector industrial de la automatización. La finalidad es obtener un impacto formativo en colaboradores y gente interesada en la robótica colaborativa. Para ello se han llevado a cabo las siguientes acciones:

- **Sitio web** dedicado al proyecto con documentación técnica, videotutoriales y actividades prácticas que pueden ser muy útiles para los interesados en la robótica colaborativa. Están organizados según el nivel de dificultad y pueden permitir introducirse en la materia o llevar a cabo operaciones más avanzadas como comunicaciones industriales.

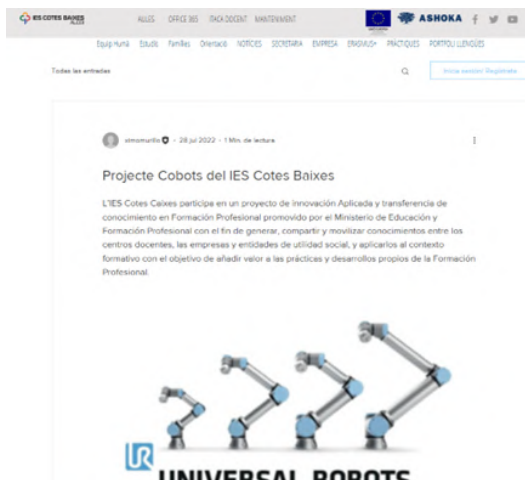
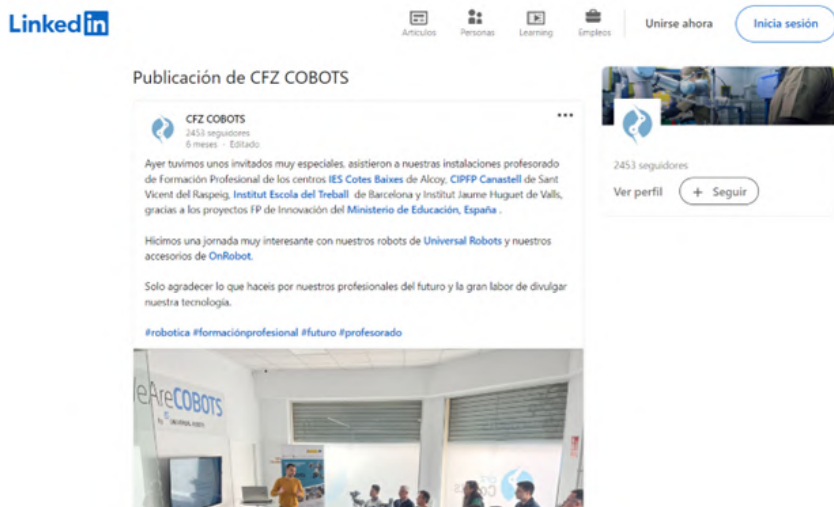
Puede visitarse en el enlace: <https://sites.google.com/view/cobots4/>



- **Prensa y medios de comunicación.** Se han realizado diversas publicaciones en medios de comunicación locales y regionales con el fin de tener cobertura mediática. Se han llevado a cabo en dichos medios entrevistas, artículos y notas de prensa relacionados con el proyecto con el fin de dar a conocer y difundir los objetivos y posibilidades de las tecnologías empleadas.



- **Redes sociales.** Se han utilizado plataformas como Facebook, X (antes Twitter), Instagram y LinkedIn para compartir imágenes y contenidos del desarrollo del proyecto.



- **Talleres y presentaciones** dentro de los propios centros a alumnos de otros ciclos formativos de formación profesional. Aprovechando la disponibilidad de los robots y conocimiento adquirido se ha dado la posibilidad de que estudiantes y profesores interesados conociesen esta tecnología y su aplicación en distintos ámbitos como la fabricación mecánica, textil o sanitaria.



- **Cursos y seminarios.** A partir de la formación realizada al inicio del proyecto se han podido organizar otros cursos desde los centros participantes, para otros centros formativos, y difundir así la tecnología de la robótica colaborativa y su aplicación en la industria.



Incluso se han prestado los equipos robóticos (tanto del IES COTES BAIXES como del CIPFP CANASTELL) en varias formaciones gestionadas por el Ministerio de Educación y Formación Profesional y por el Centro de Innovación Digital Avanzada (CIDA) de la Comunidad Valenciana, poniendo así a disposición de la mejora de las competencias del profesorado más allá de los participantes de este proyecto de innovación.

- **Ferias y exposiciones.** Se ha participado en exposiciones de promoción de la formación profesional para alumnos de secundaria y bachillerato con el fin de promocionar los estudios profesionales, fomentando las vocaciones del sector femenino en los ciclos técnicos.



- **Colaboraciones con empresas.** Se han realizado contactos con empresas para dar a conocer el proyecto y abrir espacios de cooperación relacionados con la tecnología de la robótica colaborativa.

The screenshot shows the header of the FEMPRESA website, including the logo, navigation menu, and social media icons. Below the header is a photograph of a workshop where a woman is demonstrating a collaborative robot arm to a group of men. A banner in the background reads 'cobots'.

Logos at the bottom of the screenshot include:
- Institut Escola del Treball
- IES COTES BAIXES ALCOI
- FEMPRESA



Además de han prestado las estaciones de los robots colaborativos, por ejemplo en el caso de CIPFP CANASTELL, para la formación puntual de empresas, lo que ha abierto nuevas redes de futuros trabajo proyectual.

6.2. Resultados obtenidos con la difusión del proyecto y sus resultados, si procede.

- Mejora de las competencias del profesorado (calidad docente).
- Mejora de las competencias en robótica industrial colaborativa del alumnado (instalación y mantenimiento, electricidad y robótica, fabricación mecánica,...).
- Aumento del alumnado que se interesa en Mecatrónica Industrial y Automática y Robótica Industrial (aumento de matrícula), incluso respecto al perfil femenino. El alumnado de grado medio que titula se anima a continuar sus estudios superiores después de manejar el cobot con un par de retos.
- Impulso del trabajo por retos, ABP e intercentros, lo que ha impulsado nuevas sinergias y el inicio de proyectos de continuación que se han presentado a la reciente convocatoria de ayudas del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

7. Valoración de la participación en la convocatoria.

7.1. Reflexión sobre los beneficios obtenidos a partir de esta participación.

Los beneficios obtenidos son muy satisfactorios entre los implicados y la comunidad participante en alguna de las acciones de difusión realizadas.

Tanto profesores como alumnos directamente implicados en los cuatro centros educativos han podido conocer de primera mano todas las fases de la implantación de los robots colaborativos que formarán parte de la industria del presente y del futuro. Han aprendido a montar, programar, comunicar, verificar y solucionar problemas los robots, y al mismo tiempo se han creado unos recursos de conocimiento que han sido compartidos con aquellos que puedan estar interesados.

Además otros agentes colaboradores como empresas, alumnos/as y profesores/as de otros ciclos o de otros centros educativos han podido conocer la tecnología y sus posibilidades, abriendo la posibilidad de que pueda ser aplicada en otros ámbitos.

Por tanto creemos que gracias al proyecto se ha conseguido mejorar aspectos como:

- Diseminación de conocimiento sobre la robótica colaborativa. Las publicaciones de documentación y videotutoriales realizadas en el sitio web del proyecto permitirán al público interesado en general a introducirse o profundizar en esta tecnología.
- Capacitación y mejora educativa. En los centros participantes se ha podido realizar una serie de actividades y prácticas con tecnologías punteras, que de otro manera no hubiese sido posible. La innovación y mejora continua es fundamental en la formación profesional y este proyecto nos ha permitido trabajar con tecnologías emergentes como es la robótica colaborativa.
- Colaboración y asociación entre centros. Ha permitido establecer una red de contactos entre los profesores y alumnos de los centros educativos que permitirá realizar colaboraciones futuras muy provechosas. Además, se va a seguir colaborando con las distintas Administraciones con el apoyo de equipos y materiales generados con el proyecto en próximos cursos de formación del profesorado.
- Interés en las empresas que han conocido las ventajas de la integración de la robótica colaborativa en entornos de trabajo que pueden mejorar los procesos de producción así como evitar trabajos repetitivos o inseguros en operarios.

- Conciencia social y ética sobre la percepción en la sociedad de la robótica colaborativa. Dar a conocer esta tecnología ayuda a que se tenga una mejor percepción sobre los beneficios que aportan en todos los sectores en los que se implantan. Las publicaciones realizadas en medios de comunicación han transmitido un mensaje positivo sobre esta tecnología y su inserción tanto en las empresas como en los centros educativos.

7.2. Dificultades encontradas.

Durante el proceso de desarrollo del proyecto se han ido presentando dificultades que han sido superadas con la colaboración y apoyo de los participantes. Podríamos enumerar las siguientes:

- Combinación de preparación de materiales y formación en una tecnología innovadora con las actividades docentes diarias. Los procesos de montaje, de aprendizaje del profesorado participante se han realizado como una actividad complementaria a la realizada en el día a día por lo que ha requerido un esfuerzo realizado con ilusión y entusiasmo.
- Complejidad de algunos aspectos técnicos. En tecnologías de última generación algunos de los procesos han resultado complejos para algunos participantes, de manera que cada uno ha conseguido unos logros según el nivel de conocimientos de partida aunque al mismo tiempo todos han conseguido mejorar las competencias en robótica colaborativa.
- Evaluación y medición de resultados. No resulta fácil medir el impacto sobre la mejora o innovación de los procesos educativos, así como el impacto en las empresas colaboradoras o en el entorno social.
- Implantación y sostenibilidad de los resultados en la formación a medio largo plazo. Las tecnologías experimentadas en el proyecto deben ser implementadas en los procesos de formación de nuevos alumnos y esto implica un cambio en las programaciones didácticas, así como en los métodos y prácticas establecidas.

7.3. Sugerencias de mejora.

Algunas sugerencias para la mejora del desarrollo de proyectos podrían ser:

- Reconocimiento del esfuerzo de los participantes. Las personas que llevan a cabo este tipo de proyectos de innovación educativa dedican un tiempo y recursos añadidos a las tareas y actividades docentes diarias. Facilitar esta dedicación resultaría muy favorable por parte de la comunidad de los agentes implicados.
- Simplificación de los procesos administrativos. Reducir la documentación e informes solicitados dentro de lo posible permitiría a los participantes una mayor dedicación a los objetivos del proyecto.

8. Anexos.

Memoria de evidencias Institut Jaume Huguet. [\(enlace\)](#)

Memoria de evidencias Escola del Treball. [\(enlace\)](#)

Memoria de evidencias IES Cotes Baixes. [\(enlace\)](#)

Memoria de evidencias CIPFP Canastell. [\(enlace\)](#)

Página oficial del proyecto: [\(enlace\)](#)

Canal oficial de youtube: [\(enlace\)](#)



Imagen que resume el proyecto COBOTS 4.0. Compañeras y compañeros arrimando codos para una mejor formación.