

Proxecto de innovación. Convocatoria 2017

Memoria Final

Título do proxecto	IMPRESORA DELTA GRAN FORMATO MULTIFUNCIÓN (adaptada á docencia)
Coordinador/a	José Antonio Pose Rodríguez
Centro educativo	CIFP Politécnico de Santiago

Proxecto de innovación premiado na RESOLUCIÓN do 9 de maio de 2017 da Dirección Xeral de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa pola que se resolven os premios para o desenvolvemento de proxectos de innovación tecnolóxica ou científica e proxectos de innovación didáctica no ámbito da Formación Profesional en centros públicos dependentes da Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, onde se imparten ensinanzas de Formación Profesional, convocados na resolución 22 de decembro de 2016.

Índice

1	Memoria xustificativa.....	3
	1.1. Historia do proxecto. Xustificación.....	3
	1.2. Relación de participantes.....	3
	1.3. Actividades realizadas.....	5
	1.4. Avaliación final. Indicadores.....	5
	1.5. Conclusións. Valoración global do proxecto e previsións de futuro.....	5
	1.6. Memoria de xustificación económica.....	6
2	Resultados do proxecto.....	7
	2.1. Unidades didácticas ou cursos.....	8
	2.2. Guías ou manuais de prácticas.....	8
	2.3. Manuais ou guías de xestións ou mellora de procesos.....	8
	2.4. Sitios web.....	8
	2.5. Material audiovisual.....	8
	2.6. Maquetas e/ou prototipos.....	8
	2.7. Aplicacións software.....	8
	2.8. Outros.....	8

1 Memoria xustificativa

1.1. Historia do proxecto. Xustificación

Na actualidade estendeuse no ámbito da educación o uso e manexo de impresoras 3D, constituíndose nunha das ferramentas máis importantes da docencia en materias tecnolóxicas.

As impresoras comerciais son útiles e dinámicas, ademais de moi accesibles economicamente. A liberación da patente e o avance do proxecto Rep-Rap, permitiu un abaratamento exponencial dos compoñentes e desenvolvementos.

Desta maneira, a maioría destas impresoras comerciais están construídas con elementos estándares (Controladores con placas Arduino ou Raspberry, motores paso a paso, husillos, guías, extrusoras, placas niveladoras ventiladores), todo é de doado acceso.

Da mesma maneira, existe firmware e software laminador en código aberto, liberado, modificable e totalmente configurable, para adaptalo a calquera nova máquina.

De feito, unha actividade cada vez máis habitual en módulos de tecnoloxía e afíns, é a construción dunha impresora 3D. Existen infinidade de documentos en Internet con planos e manuais para a auto-construción destas máquinas dunha maneira realmente barata. (aí está o proxecto Rep-Rap de máquinas auto-replicantes)

Con todo, cando a materia se sae do mero proxecto de construción e explicación da tecnoloxía de laminación con materiais termo-fusibles, e necesita destas máquinas como ferramenta para a construción de modelos tridimensionais (Na realización de prototipado rápido, por exemplo), ou a fabricación de modelos de ferramentas, ou utilidades estruturais... estas máquinas presentan serias carencias:

1. O seu pequeno tamaño, limítanos o tamaño das pezas a imprimir.
2. A maioría destas máquinas son do tipo “Cartesiano”, o que obriga a unha constante calibración e nivelación.
3. As impresoras cartesianas son sumamente lentas.
4. A maioría destas máquinas están pensadas para arrastrar unha pequena carga, polo que son moi pouco versátiles (non podemos instalar outras extrusoras, ou ferramentas, tipo gravadoras láser)

O presente proxecto créase entre os departamentos de Madeira do CIEP Valentín Paz Andrade (Vigo), e os departamentos de Fabricación Mecánica, Automoción e Madeira e Moble do do CIEP Politécnico de Santiago (Santiago de Compostela), e responde a un conxunto de novas necesidades :

1. Reducir os tempos de impresión dos modelos, así como a das operacións complementarias, como é o caso de constantes calibracións e nivelacións da base de traballo.
2. Abaratar o custo do proceso de impresión, mediante o deseño dunha máquina con capacidade de portar un extrusor de pelets (o que abarata substancialmente os custos inherentes á creación de modelos tridimensionais).
3. Implementar a posibilidade de utilizar material reciclado para extruír **HDPE** (Polietileno de alta densidade), procedente de tapóns de plástico de envases.
4. Aumentar o tamaño de impresión, permitindo a creación de modelos a escala 1/1, en pequenos mobles como cadeiras ou mesiñas.
5. Diseñar unha máquina con maior capacidade portante, de maneira que convertamos unha impresora 3D, nunha **máquina con capacidade polivalente**. Entre as capacidades desexadas, está a de portar un Láser gravador, ou con capacidade de corte (15W de potencia, posto que a máquina está pensada para traballar con alumnos, e máis potencia pode ser perigosa).
6. Xerar a documentación necesaria para replicar, ao menor custo posible o modelo deseñado desde calquera outro centro educativo que o necesite.

1.2. Relación de participantes

Centro coordinador

Centro coordinador: CIFP Politécnico Santiago			Código de centro: 15015767
Coordinador do proxecto			
Nome	Apelidos	Enderezo electrónico	Especialidade
José Antonio	Pose Rodríguez	fou@edu.xunta.es	Madeira e Moble
Profesorado participante			
Nome	Apelidos	Enderezo electrónico	Especialidade
Silvia	Rivas Fernández	srivas@edu.xunta.es	Madeira, moble e cortiza
Fernanda	Cabaleiro Ferreiro	nanda110@edu.xunta.es	Madeira, moble e cortiza
José Andrés	Fidalgo Pérez	Jose.andresfidalgo@edu.xunta.es	Madeira, moble e cortiza
Justo	Otero Santiago	justootero@edu.xunta.es	Madeira, moble e cortiza
José María	Vispalia	jvispalia@edu.xunta.es	Fabricación Mecánica
José Luís	Suárez Ramos	jlsramos@edu.xunta.es	Fabricación Mecánica
José Carlos	Barro Docampo	barrosdocampo@edu.xunta.es	Fabricación Mecánica

Edita	Álvarez Silva	edita@edu.xunta.es	Fabricación Mecánica
Ovindo	Comuñas Garcia	ovindocomunas@edu.xunta.es	Fabricación Mecánica
Fernando	Bello Llorente	fernandobello@edu.xunta.es	Automoción

Centros participantes

Centro participante: CIEP Valentín Paz Andrade			Código de centro: 36014568
Profesorado participante			
Nome	Apellidos	Enderezo electrónico	Especialidade
Maria	Moo García	mariamoo@edu.xunta.es	Madeira, moble e cortiza

Centro participante: IES Antón Losada Dieguez			Código de centro: 36014568
Profesorado participante			
Nome	Apellidos	Enderezo electrónico	Especialidade
Juan Antonio	Fernandez Maña	juanantoniofernandez@edu.xunta.es	Madeira, moble e cortiza

Empresas ou entidades participantes

Empresas ou entidades participantes			
Denominación da empresa	CIF	Persoa contacto	Enderezo electrónico
Makergal	44845765C	Álvaro Rey Rodríguez	alvaro.rey.rdz@gmail.com
Sika S.A	A28062842	Carolina Alonso	Alonso.carolina@es.sika.com
EXTRUDER 3D		Mahor Muñiz Cadenas	mahormuniz@gmail.com

1.3. Actividades realizadas

Centro coordinador. Actividades realizadas.

CIEP Politécnico de Santiago:

1. Realizamos formación específica do profesorado participante. (*departamento Madeira e Moble, Fabricación Mecánica e Automoción*)
2. Creamos a documentación técnica. (*departamento Madeira e Moble, e departamento Fabricación Mecánica*)

3. Realizamos procesos de investigación e ensaios. En particular, nos sistemas de rixidización da estrutura (idealización e deseño da estrutura e cálculo de esforzos e deformada, en CYPE), polo departamento de Fabricación Mecánica, deseño do sistema de contrapesos, a través de carrileiras laterais, deseño e ensaio de diferentes sistemas de cama quente e mesado de arranque das pezas de impresión (axudados por técnicos externos -Experto en materiais: José Villanueva Fernandez, e a empresa SIKA SA) (*departamento Madeira e Moble*)
4. Construción da Impresora Delta de Gran Formato. (*departamento Madeira e Moble, e departamento Fabricación Mecánica e Automoción –estrutura metálica, adaptación elementos aluminio*)
5. Construimos unha trituradora de plástico, modificando e reelaborando un modelo de “PRECIOUS PLASTIC”, coa finalidade de abaratar os procesos de impresión de grandes volumes (que consumen moito material -PLA-). Esta máquina inicia a posibilidade de substituir o **PLA** por **HDPE reciclado**, nas impresoras de gran formato, o que aportaría un gasto nulo en material.
6. Configuración do firmware e do software laminador. (*departamento Madeira e Moble*)
7. Posta a punto e acabados. (*departamento Madeira e Moble, departamento Fabricación Mecánica, e departamento de automoción*)
8. Avaliación dos resultados (*departamento Madeira e Moble*)
9. Creación da web e da nube (*departamento Madeira e Moble*)
10. Divulgación do Proxecto (*departamento Madeira e Moble*)

Centro participante. Actividades realizadas.

CIFP Valentín Paz Andrade (Vigo) e IES Anton Losada Dieguez (A Estrada):

1. **Deseño dos accesorios:** (*soporte plataforma extrusor, adaptación a Pellets, e adaptador intercambiable gravadora/cortadora Láser*) (*departamento Madeira e Moble*)
2. Colaboración na creación da web e da nube (*departamento Madeira e Moble*)
3. Colaboración na divulgación do Proxecto (*departamento Madeira e Moble*)

Empresa ou entidades participantes. Actividades realizadas.

Correu a cargo da Empresa MAKERGAL:

1. Formación específica inicial do profesorado participante.
2. Asistencia técnica na construción da impresora delta, e da trituradora de plástico reciclado.
3. Asistencia técnica na construción dos accesorios: *extrusor de Pellets, e gravadora/cortadora Láser*
4. Asistencia Técnica na Configuración do Firmware, e do software laminador

Correu a cargo da Empresa SIKA SA:

O asesoramento técnico, o aporte de material, e a colaboración na aplicación da resina auto-nivelante para a construción da Cama Quente.

A cama quente é a plataforma a partir da cal evoluciona o obxecto que se pretende imprimir. Esta base, necesita unha temperatura inicial que permita unha elevada adherencia, para que non se despegue durante o proceso de impresión. É aquí, onde comeza a colaboración coa empresa SIKA.

Solicitouse a colaboración da empresa, pola súa especialización en morteiros e resinas, con características especiais. O resultado foi o aporte dun morteiro de resinas auto-nivelante con capacidade resistente fronte a sock térmico, cunha certa flexibilidade, e un mínimo grosor de aplicación (aproximadamente 3mm). O resultado é unha base de extrusión única no panorama das impresoras 3d, que esperamos, aporte unha visión diferente, abrindo novas posibilidades.

1.4. Avaliación final. Indicadores

Realizouse unha avaliación periódica de diagnóstico, que foi medindo o avance das diferentes fases recollidas na proposta, a través dun seguimento do proxecto dende a dirección do centro CIEP Politécnico de Santiago, resultando en todo caso positiva.

O proceso realizouse de dúas maneiras:

1º A través dunha avaliación inicial:

Que realizamos antes da aprobación do proxecto e buscou coñecer a súa pertinencia, viabilidade e eficacia potencial. Grazas a esta avaliación tomamos en consideración as alternativas tecnicamente factibles, e de entre estas, seleccionamos as que producirían o maior impacto a un mínimo custo.

Deste proceso sae a decisión de realizar a impresora delta, así como a potencialidade de utilizar material reciclado para extruír. En particular **HDPE** (Polietileno de alta densidade), procedente de tapóns de plástico de envases. De este proceso xorde a idea de construír unha trituradora, que permita peneirar o resultado, para utilizarse na impresora, abaratando e facendo máis sostible unha impresión que en teoría consumirá unha gran cantidade de material.

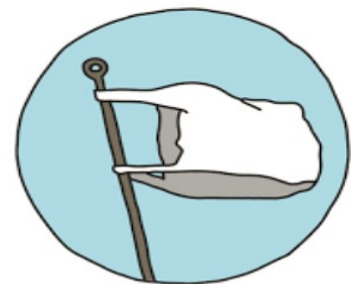
Planease, así mesmo a posibilidade de construír un inxector, que permita traballar cón **HDPE** de plástico reciclado.

Decídese traballar sobre planos e documentación procedente do proxecto en aberto de “PRECIOUSPLASTIC”.

Precious Plastic é unha comunidade global que comezou en 2013 con Dave Hakkens, que traballan buscando solucións á contaminación plástica. Os coñecementos, as ferramentas e as técnicas compartidas en liña son gratuítas.

Centos de persoas en todo o mundo contribúen ao proxecto coas súas habilidades e coñecementos, de maneira que decidimos que o noso proxecto, tamén contribuiría.

Como resultado deseñamos e construímos tamén unha trituradora de baixo custo, que abaratará o custo das impresións de grandes volumes.



PRECIOUS
PLASTIC



A avaliación inicial realizouse a través de varias xuntanzas entre os membros participantes do proxecto e Álvaro Rey, enxeñeiro industrial, e xerente de MAKERGAL, empresa colaboradora co proxecto.

2º.- A través dunha avaliación procesual:

Durante o proxecto, nas reunións periódicas, e a través dun foro de WhatsApp foise monitorizando o proxecto. Este traballo periódico permitiu coñecer en que medida fomos acadando os obxectivos.

O resultado, en todo caso foi positivo.

Realizouse tamén unha avaliación final:

A función foi a de medir o impacto que o noso proxecto produce nos axentes aos que está destinado.

A tal fin, creouse unha enquisa en liña que avaliou os resultados e o grao de aceptación que tivo o proxecto no profesorado, e nos centros implicados

Centro coordinador. Plan de avaliación. Indicadores.

O termo "Indicador" na linguaxe común refírese a datos esencialmente cuantitativos, que permiten darnos conta de como se atopan as cousas en relación con algún aspecto da realidade que nos interesa coñecer. Os indicadores poden ser medidas, números, feitos, opinións ou percepcións que sinalen condicións ou situacións específicas.

Por tanto para poder realizar unha avaliación do proxecto empregaremos unha serie de indicadores que nos servirán para ver se se acadan os obxectivos previstos conforme vai evolucionando o mesmo. Estes indicadores poderían ser:

1. Tempo de deseño e de planificación das diferentes fases e pezas que compoñen este proxecto.
2. Número de probas de ensamblaxes ata acadar a tipoloxía adecuada.
3. Tempo de realización das pezas de metal que compoñen a estrutura.
4. Tempo de montaxe da estrutura completa no CIFP Politécnico de Santiago.
5. Tempo de configuración de firmware e software.
6. Tempo de axuste e equilibrado.
7. Grao de acollemento da idea, tanto a nivel dos centros educativos das ramas implicadas así como de empresas do sector.
8. Avaliación dos primeiros modelos e conclusións finais.

Para realizar o test de avaliación constrúese unha aula Moodle no CIFP Politécnico de Santiago (centro coordinador), específica, na que realizamos un cuestionario que recolle os indicadores propostos.



▼ Manage questions ⓘ

position 1 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (1)

1 Consideras o tempo de deseño e de planificación das diferentes fases e pezas que compoñen este proxecto foi:

position 2 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (2)

2 Consideras que o número de probas de ensamblaxes ata acadar a tipoloxía adecuada, foi

position 3 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (3)

3 Consideras que o tempo de realización das pezas de metal que compoñen as estruturas, foi:

position 4 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (4)

4 Consideras que o tempo de montaxe da estrutura completa da Impresora no CIFP Politécnico de Santiago, foi :

position 5 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (4)

5 Consideras que o tempo de deseño e adecuación do laser á estrutura Delta, foi :

position 6 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (5)

6 Consideras que o tempo de configuración de Firmware e Software foi:

position 7 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (5)

7 Consideras que o tempo de configuración de Firmware e Software foi:

position 8 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (6)

8 Consideras que o tempo de Axuste e equilibrado, foi:

position 9 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (7)

9 Consideras que o grao de acollemento da idea, tanto a nivel dos centros educativos das ramas implicadas así como de empresas do sector, foi:

position 10 ⚙️ ⚙️ ⚙️ ⚙️ [Check Boxes] (8)

10 Consideras que o proceso de avaliación dos primeiros modelos e as conclusións finais, foron:

Pódese acceder ao cuestionario a través do link:

<https://www.edu.xunta.gal/centros/cifppolitecnicosantiago/aulavirtual2/mod/questionnaire/questions.php?id=18372>



a través do acceso como invitado, e o contrasinal: “delta3d”.

Os resultados foron os seguintes:


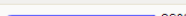

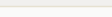





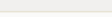
9 Consideras que o grao de acollemento da idea, tanto a nivel dos centros educativos das ramas implicadas así como de empresas do sector, foi:

Response	Average	Total
Normal	 44%	4
Bo	 56%	5

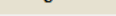

10 Consideras que o proceso de avaliación dos primeiros modelos e as conclusións finais, foron:

Response	Average	Total
De acordo có inicialmente planificado.	 11%	1
Superou as expectativas do inicialmente planificado	 89%	8
Normal, dentro do previsto	 67%	6
Por debaixo do previsto	 33%	3


3 Consideras que o tempo de realización das pezas de metal que compoñen as estruturas, foi:

Response	Average	Total
Normal, dentro do previsto	 56%	5
Por debaixo do previsto	 44%	4

4 Consideras que o tempo de montaxe da estrutura completa da Impresora no CIFP Politécnico de Santiago, foi :

Response	Average	Total
Normal, dentro do previsto	 56%	5
Por debaixo do previsto	 44%	4


5 Consideras que o tempo de deseño e adecuación do laser á estrutura Delta, foi :

Response	Average	Total
Normal, dentro do previsto	 56%	5
Por debaixo do previsto	 44%	4

6 Consideras que o tempo de configuración de Firmware e Software foi:

Response	Average	Total
Normal, dentro do previsto	 44%	4
Por debaixo do previsto	 56%	5

7 Consideras que o tempo de configuración de Firmware e Software foi:

Response	Average	Total
Normal, dentro do previsto	 56%	5
Por debaixo do previsto	 44%	4

8 Consideras que o tempo de Axuste e equilibrado, foi:

Response	Average	Total
Normal, dentro do previsto	 44%	4
Por debaixo do previsto	 56%	5



Centro ou centros colaboradores. Plan de avaliación. Indicadores.

Avalíanse cos mesmos indicadores que os utilizados no centro coordinador, participando do mesmo proceso.

Empresas e/ou entidades participantes. Plan de avaliación. Indicadores

Avalíanse cos mesmos indicadores que os utilizados no centro coordinador.

1.5. Conclusións. Valoración global do proxecto e previsións de futuro

Unha das características do proxecto é o traballo continuo de mellora.

Na actualidade, non temos coñecemento da existencia dunha impresora coas características da construída no ámbito do Estado, e moi poucas a nivel Europeo, o que fai do traballo realizado un permanente proceso de revisión e actualización, do que participan outras persoas, a nivel galego, español, e europeo.

Obviamente no proceso de construción e montaxe, participaron de maneira transversal alumnos de:

Ciclo Medio de Madeira e Moble, Ciclo Superior de Deseño e Amoblamento, Ciclo Medio de Fabricación metálica, Ciclo Superior de Fabricación Mecánica, e Ciclo Medio de Automoción. É dicir, a construción da impresora, converteuse ao longo do curso 2017/18 nun acontecemento transversal no CIFP Politécnico de Santiago, do que participaron en maior ou menor medida unha gran cantidade de alumnado e profesorado, compartindo a experiencia colectivamente.

Todo este a, xera un permanente traballo de mellora e innovación, que permite unha evolución continua da máquina.

No proceso de creación da impresora permitiuse e fomentouse activamente a colaboración a nivel individual de axentes externos.

Froito desta colaboración son a participación a título persoal de profesores universitarios e de secundaria desde outros centros, ou persoas alleas á educación que seguen o proceso con interese. Da mesma maneira aconteceu a colaboración desinteresada de empresas que quixeron aportar materiais e coñecementos, como parte dun proceso de retroalimentación.

Deste traballo xorde, por exemplo, a modificación do extrusor, da man de PELLET EXTRUDER 3D, empresa amateur dedicada ao deseño de extrusores para Impresoras 3D; (Mahor Muñiz Cadenas: Deseñador industrial), ou a colaboración de SIKA, empresa especializada en morteiros e resinas industriais, que aportaron gratuitamente o morteiro co que fabricamos a cama quente (o que permitirá abaratar un dos elementos mais dolosos, introducindo un morteiro indicado orixinalmente para solos técnicos en edificación).

Xorde tamén algunha modificación sobre o proxecto inicial, como a modificación do proceso para imprimir con plástico reciclado. (gracias a proxectos como o de PRECIOUS PLASTIC), de maneira que nun seguinte paso construiremos un inxector de plástico que abrirá as portas á realizar pezas moldeadas por inxección, ou filamento para impresión, en máquinas estándar..

Finalmente, deste traballo multi-disciplinar, xorden iniciativas que traspasan o inmediato. Ábrense as portas á realizar colaboracións en proxectos no ámbito universitario, que poñerán en contacto a estudantes de Formación Profesional e Universitarios.

Finalmente, e a modo de conclusión:

- É un proxecto en permanente evolución, que aporta un caudal de coñecemento continuo.
- Permitiu colaboracións entre entidades educativas tradicionalmente alonxadas.
- Permitiu unha colaboración entre alumnos e profesores de Ciclos moi diferentes.

Consideramos, desta maneira que o resultado é óptimo, e que o proxecto superou amplamente o inicialmente esperado, estendéndose no tempo.

1.6. Memoria de xustificación económica

Os consumos realizados dende os centros non coordinadores, realizáronse dende o centro coordinador, pola comodidade de traballo, e a dificultade que supuxo a participación de profesores interinos que cambiaron de centro entre o ano lectivo 2016/17, e 2018/18.

Gastos xerais do proxecto.

2 Resultados do proxecto

- Deseñouse un estándar barato de Impresora para modelos tridimensionais de gran formato e con capacidade de implementar diferentes ferramentas.
- Construíuse un extrusor con capacidade de utilizar pelets, ou plástico reciclado.
- Deseñouse unha trituradora de plástico para utilizar o material como substituto ao PLA. Abaratando o uso dunha impresora de gran formato
- Construíuse unha impresora tipo Delta, de gran Formato.
- Deseñouse e construíuse unha ferramenta de Gravado e Corte, mediante un Láser.
- Deseñouse un axuste rápido ao cabezal da impresora.
- Documentouse o proceso, para permitir replicar o proxecto noutros centros.
- Centralízanse o coñecemento na WEB:
<http://www.impresoraxigante.ga/>
- Divulgouse o traballo a través da web.

2.1. Sitios web

<http://www.impresoraxigante.ga/>