

# MEMORIA FINAL<sup>1</sup>

## Compromisos y Resultados

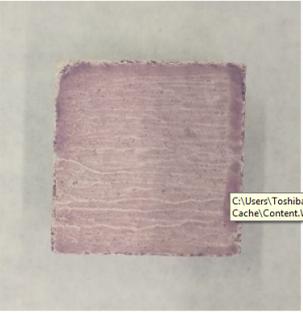
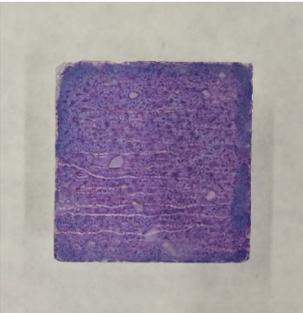
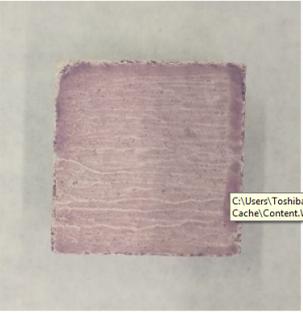
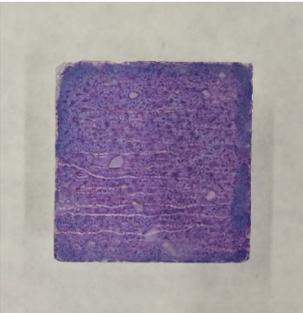
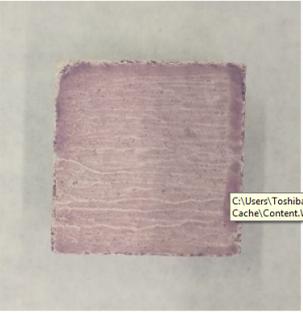
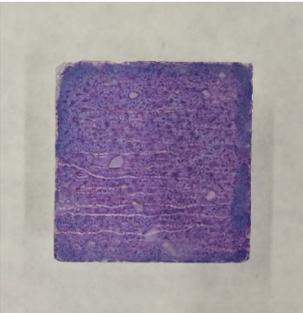
### Proyectos de Innovación y Mejora Docente 2018/2019

Identificación del proyecto	
Código	<b>20VIRDPI067</b>
Título	<b>DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO: APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS FOTOCATALÍTICOS SOBRE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD AUTOLIMPIANTE</b>
Responsable	<b>Almoraima Gil Montero</b>

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	<i>Aplicación de los productos fotocatalíticos sobre las muestras pétreas y su manchado con un colorante</i>		
Título del indicador de seguimiento:	Seguimiento del proceso y análisis de los resultados mediante caracterización visual		
Valor numérico máximo que puede alcanzar el indicador (lo estableció en la solicitud del proyecto):	2.5	Valor numérico alcanzado por el indicador tras la ejecución del proyecto:	2.5
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<p>Se entregarán a los alumnos dispersiones de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> en etanol, que las aplicarán sobre muestras de materiales pétreos. Los alumnos distribuidos en parejas, aplicarán homogéneamente con la ayuda de una pipeta, la cantidad necesaria de dispersión en una de las caras de las muestras. Las muestras se dejarán secar durante al menos 15 minutos, para que la dispersión se absorba en el sustrato y el etanol se evapore completamente para formar una película homogénea de TiO<sub>2</sub> sobre el mismo. Tras esto, se tomarán fotografías de las muestras empleando una cámara digital o teléfono móvil y se procederá a mancharlas usando una disolución de un colorante orgánico fácilmente degradable, como el azul de metileno, una vez secas las manchas se registrarán nuevas fotografías bajo las mismas condiciones de iluminación y posición cámara-muestra.</p> <p>Se proporcionarán a los alumnos dispersiones de distintos fotocatalizadores, como partículas de TiO<sub>2</sub> comerciales, TiO<sub>2</sub> dopado con metales u otros elementos e incluso dispersiones de partículas sin propiedades fotocatalíticas como el SiO<sub>2</sub>. De esta forma la clase en</p>		

<sup>1</sup> Esta memoria no debe superar las 7 páginas.

	conjunto obtendrá una gran variedad de datos que permitirán discutir las propiedades del proceso fotocatalítico del TiO <sub>2</sub> .																																																																																																						
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p><i>Describe aquí las actividades concretas que se han llevado a cabo para alcanzar el objetivo que se propuso.</i></p> <p>Se han llevado a cabo todas las actividades previstas descritas previamente, de aplicación sobre un material pétreo, de los productos fotocatalíticos basados en TiO<sub>2</sub>, toma de fotografía y manchado</p> <p>En la tabla siguiente, a modo de ejemplo se muestra el resultado obtenido por la pareja de alumnos que utilizo el producto TiO<sub>2</sub> Au, antes y después del manchado con azul de metileno.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Antes del manchado</th> </tr> <tr> <td rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;"></td> <th colspan="4" style="text-align: center;">Coordenadas RGB</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Medida</th> <th style="text-align: center;">R</th> <th style="text-align: center;">G</th> <th style="text-align: center;">B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Esquina 1</td> <td style="text-align: center;">184</td> <td style="text-align: center;">127</td> <td style="text-align: center;">158</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Esquina 2</td> <td style="text-align: center;">166</td> <td style="text-align: center;">143</td> <td style="text-align: center;">143</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Esquina 3</td> <td style="text-align: center;">193</td> <td style="text-align: center;">168</td> <td style="text-align: center;">164</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Esquina 4</td> <td style="text-align: center;">172</td> <td style="text-align: center;">148</td> <td style="text-align: center;">147</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Centro</td> <td style="text-align: center;">184</td> <td style="text-align: center;">161</td> <td style="text-align: center;">158</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Coordenadas L*a*b*</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">L*</td> <td style="text-align: center;">a*</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">b*</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">64.672</td> <td style="text-align: center;">12.084</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1.836</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Tiempo 0 minutos</th> </tr> <tr> <td rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;"></td> <th colspan="4" style="text-align: center;">Coordenadas RGB</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Medida</th> <th style="text-align: center;">R</th> <th style="text-align: center;">G</th> <th style="text-align: center;">B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Esquina 1</td> <td style="text-align: center;">117</td> <td style="text-align: center;">94</td> <td style="text-align: center;">146</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Esquina 2</td> <td style="text-align: center;">103</td> <td style="text-align: center;">81</td> <td style="text-align: center;">129</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Esquina 3</td> <td style="text-align: center;">123</td> <td style="text-align: center;">96</td> <td style="text-align: center;">146</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Esquina 4</td> <td style="text-align: center;">123</td> <td style="text-align: center;">96</td> <td style="text-align: center;">146</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Centro</td> <td style="text-align: center;">117</td> <td style="text-align: center;">88</td> <td style="text-align: center;">139</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Promedio</td> <td style="text-align: center;">116.6</td> <td style="text-align: center;">91</td> <td style="text-align: center;">141.2</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Coordenadas L*a*b*</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">L*</td> <td style="text-align: center;">a*</td> <td style="text-align: center;">b*</td> <td style="text-align: center;">ΔE*</td> <td style="text-align: center;">%ΔE*</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">43.012</td> <td style="text-align: center;">20.824</td> <td style="text-align: center;">-23.873</td> <td style="text-align: center;">34.735</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </tbody> </table>			Antes del manchado						Coordenadas RGB				Medida	R	G	B	Esquina 1	184	127	158	Esquina 2	166	143	143	Esquina 3	193	168	164	Esquina 4	172	148	147	Centro	184	161	158	Coordenadas L*a*b*					L*	a*	b*		64.672	12.084	1.836		Tiempo 0 minutos						Coordenadas RGB				Medida	R	G	B	Esquina 1	117	94	146	Esquina 2	103	81	129	Esquina 3	123	96	146	Esquina 4	123	96	146	Centro	117	88	139	Promedio	116.6	91	141.2	Coordenadas L*a*b*					L*	a*	b*	ΔE*	%ΔE*	43.012	20.824	-23.873	34.735	100%
Antes del manchado																																																																																																							
	Coordenadas RGB																																																																																																						
	Medida	R	G	B																																																																																																			
	Esquina 1	184	127	158																																																																																																			
	Esquina 2	166	143	143																																																																																																			
	Esquina 3	193	168	164																																																																																																			
	Esquina 4	172	148	147																																																																																																			
	Centro	184	161	158																																																																																																			
Coordenadas L*a*b*																																																																																																							
L*	a*	b*																																																																																																					
64.672	12.084	1.836																																																																																																					
Tiempo 0 minutos																																																																																																							
	Coordenadas RGB																																																																																																						
	Medida	R	G	B																																																																																																			
	Esquina 1	117	94	146																																																																																																			
	Esquina 2	103	81	129																																																																																																			
	Esquina 3	123	96	146																																																																																																			
	Esquina 4	123	96	146																																																																																																			
	Centro	117	88	139																																																																																																			
Promedio	116.6	91	141.2																																																																																																				
Coordenadas L*a*b*																																																																																																							
L*	a*	b*	ΔE*	%ΔE*																																																																																																			
43.012	20.824	-23.873	34.735	100%																																																																																																			
Objetivo nº 2	<i>Ensayo fotocatalítico</i>																																																																																																						
Título del indicador de seguimiento:	<i>Seguimiento del proceso y análisis de los resultados mediante caracterización visual</i>																																																																																																						
Valor numérico máximo que puede alcanzar el indicador (lo estableció en la solicitud del proyecto):	2.5	Valor numérico alcanzado por el indicador tras la ejecución del proyecto:	2.5																																																																																																				
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	Las muestras se dispondrán bajo radiación y tras 5 minutos se retirarán y se registrarán de nuevo las pertinentes fotografías usando las condiciones empleadas previamente. Para la irradiación, si el número de alumnos y muestras lo permite, se optará por emplear diferentes tipos de lámparas que proporcionen luz UV, UV-Visible o visible, con el objetivo de ver la influencia de este parámetro en los resultados. Tras fotografiar las muestras, estas se dispondrán de nuevo bajo irradiación y se repetirá el proceso de fotografiado a tiempos crecientes de irradiación total, durante																																																																																																						

	<p>el tiempo restante de la práctica, con el objeto de alcanzar como mínimo un tiempo total de irradiación de 2 horas.</p>																																																							
<p>Actividades realizadas y resultados obtenidos:</p>	<p><i>Describe aquí las actividades concretas que se han llevado a cabo para alcanzar el objetivo que se propuso.</i></p> <p>La muestra se sometió a radiación UV-vis, obteniéndose fotografías cada 30 minutos con el objeto de realizar un seguimiento del proceso de degradación. En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos el resultado obtenido por la pareja de alumnos que utilizó el producto TiO<sub>2</sub> Au, transcurridos 150 minutos. Se puede observar el cambio de color respecto de la imagen anterior, producido por la fotodegradación del agente de manchado por la acción del producto fotocatalítico.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Tiempo 150 minutos</th> </tr> <tr> <td rowspan="7" style="text-align: center;"></td> <th colspan="4" style="text-align: center;">Coordenadas RGB</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">Medida</th> <th style="text-align: center;">R</th> <th style="text-align: center;">G</th> <th style="text-align: center;">B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">Esquina 1</td> <td style="text-align: center;">177</td> <td style="text-align: center;">155</td> <td style="text-align: center;">163</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Esquina 2</td> <td style="text-align: center;">163</td> <td style="text-align: center;">144</td> <td style="text-align: center;">150</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Esquina 3</td> <td style="text-align: center;">168</td> <td style="text-align: center;">148</td> <td style="text-align: center;">154</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Esquina 4</td> <td style="text-align: center;">183</td> <td style="text-align: center;">161</td> <td style="text-align: center;">167</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Centro</td> <td style="text-align: center;">170</td> <td style="text-align: center;">149</td> <td style="text-align: center;">156</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Promedio</td> <td style="text-align: center;">172.2</td> <td style="text-align: center;">151.4</td> <td style="text-align: center;">158</td> </tr> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Coordenadas L*a*b*</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">L*</th> <th style="text-align: center;">a*</th> <th style="text-align: center;">b*</th> <th style="text-align: center;">ΔE*</th> <th style="text-align: center;">%ΔE*</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">64.584</td> <td style="text-align: center;">8.839</td> <td style="text-align: center;">-0.631</td> <td style="text-align: center;">4.077</td> <td style="text-align: center;">11.74%</td> </tr> </tbody> </table>			Tiempo 150 minutos						Coordenadas RGB				Medida	R	G	B	Esquina 1	177	155	163	Esquina 2	163	144	150	Esquina 3	168	148	154	Esquina 4	183	161	167	Centro	170	149	156	Promedio	172.2	151.4	158	Coordenadas L*a*b*					L*	a*	b*	ΔE*	%ΔE*	64.584	8.839	-0.631	4.077	11.74%
Tiempo 150 minutos																																																								
	Coordenadas RGB																																																							
	Medida	R	G	B																																																				
	Esquina 1	177	155	163																																																				
	Esquina 2	163	144	150																																																				
	Esquina 3	168	148	154																																																				
	Esquina 4	183	161	167																																																				
	Centro	170	149	156																																																				
Promedio	172.2	151.4	158																																																					
Coordenadas L*a*b*																																																								
L*	a*	b*	ΔE*	%ΔE*																																																				
64.584	8.839	-0.631	4.077	11.74%																																																				
<b>Objetivo nº 3</b>	<b>Obtención de las coordenadas cromáticas</b>																																																							
Título del indicador de seguimiento:	<i>Seguimiento del proceso y análisis de los resultados mediante caracterización visual</i>																																																							
Valor numérico máximo que puede alcanzar el indicador (lo estableció en la solicitud del proyecto):	2.5	Valor numérico alcanzado por el indicador tras la ejecución del proyecto:	2.5																																																					
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<p>A partir de las imágenes obtenidas, utilizando el software libre GIMP, se medirán las coordenadas RGB de cinco puntos de cada muestra (las cuatro esquinas y el centro) obteniéndose el valor medio y la desviación estándar de cada medida. A continuación, utilizando la herramienta de conversión alojada en la web EasyRGB.com se convertirán las coordenadas cromáticas del espacio de color RGB al espacio de color CIEL 1976 L*a*b*. A partir de estas coordenadas se calcularán los valores de diferencia de color total (ΔE*) para cada momento del ensayo usando como referencia la fotografía realizada antes de manchar las muestras.</p>																																																							
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>A partir de las fotografías realizadas se obtuvieron las coordenadas RGB y se convirtieron a coordenadas cromáticas CIEL 1976 L*a*b*, a partir de las cuales se obtuvieron los valores de diferencia de color total (ΔE*) para cada momento del ensayo usando como referencia la fotografía realizada a tiempo cero. En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos por la pareja de alumnos que utilizó el producto TiO<sub>2</sub> Au.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Tiempo</th> <th style="text-align: center;">L*</th> <th style="text-align: center;">a*</th> <th style="text-align: center;">b*</th> <th style="text-align: center;">ΔE*</th> <th style="text-align: center;">% ΔE*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">43.012</td> <td style="text-align: center;">20.824</td> <td style="text-align: center;">-23.873</td> <td style="text-align: center;">34.735</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">55.519</td> <td style="text-align: center;">16.249</td> <td style="text-align: center;">-6.509</td> <td style="text-align: center;">13.068</td> <td style="text-align: center;">37.62%</td> </tr> </tbody> </table>			Tiempo	L*	a*	b*	ΔE*	% ΔE*	0	43.012	20.824	-23.873	34.735	100	30	55.519	16.249	-6.509	13.068	37.62%																																			
Tiempo	L*	a*	b*	ΔE*	% ΔE*																																																			
0	43.012	20.824	-23.873	34.735	100																																																			
30	55.519	16.249	-6.509	13.068	37.62%																																																			

	60	57.629	11.476	-2.691	8.394	24.17%																						
	90	59.839	9.838	-0.890	5.986	17.23%																						
	120	59.231	9.221	-0.779	6.681	19.24%																						
<b>Objetivo nº 4</b>																												
Título del indicador de seguimiento:	<i>Evaluación de la autolimpieza y elaboración de una hoja de resultados</i>																											
Valor numérico máximo que puede alcanzar el indicador (lo estableció en la solicitud del proyecto):	2.5		Valor numérico alcanzado por el indicador tras la ejecución del proyecto:		2.5																							
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A partir de las coordenadas CIEL 1976 L*a*b* obtenidas en el objetivo anterior, se calcularán los valores de diferencia de color total ( $\Delta E^*$ ) para cada momento del ensayo usando como referencia la fotografía realizada antes de manchar las muestras. A continuación, se construirán las curvas de degradación correspondientes representando $\Delta E_t^* = \frac{\Delta E_t^*}{\Delta E_0^*}$ frente al tiempo. Utilizando estos resultados se compararán los valores obtenidos por las diferentes parejas y se discutirá la efectividad autolimpiante de los productos utilizados relacionándola con el fotocatalizador e iluminación empleados. Los resultados obtenidos y el análisis comparativo con respecto a los obtenidos por los compañeros, se entregaran incluidos en un archivo disponible en la página de la web de la asignatura.																											
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	En la gráfica siguiente se ha representado % $\Delta E^*$ frente al tiempo, observándose como el porcentaje de diferencia de color total va disminuyendo con el tiempo puesto que se va degradando el azul de metileno por acción del óxido de Titanio. La degradación inicial es más intensa, estabilizándose a partir de los 80 minutos de irradiación UV-vis. Estos resultados demuestran la capacidad autolimpiante del producto fotocatalítico bajo la acción de la luz solar Comparando este producto con los utilizados por otras parejas de alumnos se comprueba la eficacia autolimpiante para la fotodegradación de productos orgánicos añadida por la presencia del oro.																											
	<p style="text-align: center;"><b>Curva de degradación</b></p>  <table border="1"> <caption>Data points for the degradation curve</caption> <thead> <tr> <th>Tiempo (min)</th> <th>% <math>\Delta E^*</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>100</td></tr> <tr><td>5</td><td>85</td></tr> <tr><td>10</td><td>75</td></tr> <tr><td>20</td><td>55</td></tr> <tr><td>30</td><td>38</td></tr> <tr><td>45</td><td>28</td></tr> <tr><td>60</td><td>25</td></tr> <tr><td>90</td><td>18</td></tr> <tr><td>120</td><td>20</td></tr> <tr><td>150</td><td>12</td></tr> </tbody> </table>						Tiempo (min)	% $\Delta E^*$	0	100	5	85	10	75	20	55	30	38	45	28	60	25	90	18	120	20	150	12
Tiempo (min)	% $\Delta E^*$																											
0	100																											
5	85																											
10	75																											
20	55																											
30	38																											
45	28																											
60	25																											
90	18																											
120	20																											
150	12																											

2. Adjunte las tasas de éxito<sup>2</sup> y de rendimiento<sup>3</sup> de las asignaturas implicadas y realice una valoración crítica sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de estos indicadores.

Asignatura <sup>4</sup>	Tasa de Éxito		Tasa de Rendimiento	
	Curso 2017/18	Curso 2018/19	Curso 2017/18	Curso 2018/19
QFIV	65%	90%	61%	90%

*Informe crítico sobre la evolución de las tasas de éxito y rendimiento*

El aumento conseguido tanto en la tasa de éxito como de rendimiento, demuestran que la incorporación de esta nueva practica ha sido beneficiosa para la incorporación a través del trabajo practico de algunos conceptos relacionados con la fotocatalisis. La catálisis forma parte de los contenidos teóricos de la asignatura.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

<b>Opinión de los alumnos al inicio del proyecto</b>				
Número de alumnos matriculados:				
<i>Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
X				
<b>Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto</b>				
<i>Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
X				
<i>Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
				X
<b>En el caso de la participación de un profesor invitado</b>				
<i>La participación del profesor invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
<b>Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión de los alumnos</b>				

<sup>2</sup> Tasa de éxito = Número de estudiantes aprobados / Número de estudiantes presentados.

<sup>3</sup> Tasa de rendimiento = Número de estudiantes aprobados / Número de estudiantes matriculados.

<sup>4</sup> Incluya tantas filas como asignaturas se contemplen en el proyecto.

La opinión de los alumnos sobre la practica ha sido totalmente positiva

4. Marque una X bajo las casillas que correspondan en la siguiente tabla. Describa las medidas a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo.

Compromiso de compartición / difusión de resultados en el entorno universitario UCA adquirido en la solicitud del proyecto				
1. Sin compromisos	2. Compromiso de impartición de una charla o taller para profesores	3. Adicionalmente fecha y centro donde se impartirá	4. Adicionalmente programa de la presentación	5. Adicionalmente compromiso de retransmisión o grabación para acceso en abierto
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud				
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo				