A prótese de Carmiña

Paulino Pérez, Miriam López-Álvarez, Julia Serra, Eduardo G. Parada, Pío González
Grupo Divulgatia, Universidade de Vigo

Resumo:

Preséntase un documental audiovisual de divulgación científica que pode ser utilizado como recurso didáctico no proceso de ensino-aprendizaxe no ámbito científico-tecnolóxico.

Os medios audiovisuais son unha fórmula atractiva, directa e pouco esixente co público, que nos vai permitir achegar os avances tecnolóxicos non soamente aos estudantes de ciencias senón tamén ao resto do estudantado e a toda a cidadanía. No ámbito escolar, este tipo de vídeos é especialmente acaído para o alumnado da materia Ciencias para o Mundo Contemporáneo, común para todos os 1º de bacharelato, e que ten entre os seus obxectivos contribuír a que todas as persoas posúan un coñecemento científico funcional.

"A prótese de Carmiña" pretende achegarnos a procesos punteiros na investigación de biomateriais que se desenvolven no noso país e permite visualizar como esta investigación ten influenza na nosa vida cotiá, como o esforzo humano intelectual e económico produce unha mellora na nosa calidade de vida.

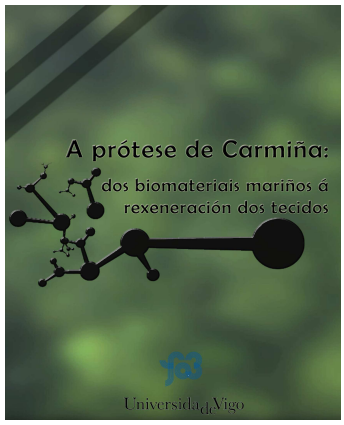
Este plantexamento foi posible grazas á formación dun equipo multidisciplinar integrado por investigadores de varias ramas das Ciencias (físicos, químicos, bioloxía e ciencias da saúde), que desenvolven a súa actividade investigadora na Universidade de Vigo, e para a elaboración técnica do documental contouse co apoio de profesorado e alumnado de Comunicación Audiovisual da Universidade de Vigo, que desenvolveron a dirección, a produción e a montaxe.

Palabras chave:

Ciencias Mundo Contemporáneo, Biomateriais, Novos Materiais, Enxeñaría de Tecidos, Medicina Rexenerativa.

Obxectivos:

O obxectivo específico é a elaboración dunha reportaxe audiovisual de divulgación científica (documentación, guionización, gravación, montaxe e posprodución) na que se mostre o proceso de obtención e transformación de biomateriais de orixe mariño con fins biomédicos e as súas aplicacións futuras. A intención é mostrar, non só a científicos e investigadores senón tamén ao público en xeral, liñas de investigación innovadoras de novos biomateriais inspirados na natureza e orientadas a Enxeñaría de Tecidos e Medicina Rexenerativa, que se veñen desenvolvendo no Grupo Novos Materiais do departamento de Física Aplicada da Universidade de Vigo.



Desenvolvemento da produción do documental audiovisual

1º Parte: Preprodución.

Esta primeira parte centrouse no desenvolvemento dun guión previo no que se recollera todo o proceso de tratamento dos biomaterias mariños nas súas diferentes fases, desde o

traballo de recollida no mar até o seu procesado no laboratorio, con vistas a súa aplicación clínica. Contactamos con Carmen Suárez, Carmiña, que nos cedeu unha tarde do seu tempo para convivir con ela e as súas dores debidas a unha prótese que leva implantada no xeonllo desde fai quince anos e que xa foi cambiada por terceira vez. A historia de Carmiña pareceunos ideal para focalizar nela o traballo de investigación que está a desenvolver Miriam López no Grupo Novos Materiais da Universidade de Vigo. Carmiña representaba a unha xeración de anciáns que levan implantadas no seu corpo próteses metálicas que, en moitos casos, provocan rexeitamentos, substitucións por desgaste, molestias e dores continuadas e intervencións cirúrxicas. Para documentar este aspecto e coñecer a situación actual dos pacientes que teñen algún tipo de prótese, contamos coa colaboración do Dr. José R. Caeiro, da Área de Traumatoloxía e Cirurxía Ortopédica do Hospital Provincial de Conxo (Santiago de Compostela),

2ª Parte: Gravación.

Unha vez feitas as localizacións e conseguidos os diferentes permisos elaborouse un calendario de gravacións. Foron necesarias un total de seis xornadas de gravación: no parque da Bouza en Vigo, no Hospital Provincial de Conxo (Santiago de Compostela), no contorno da Illa de Toralla e Canido na Ría de Vigo coa colaboración do ECIMAT, no laboratorio de microscopía do Cacti e nos laboratorios de Física Aplicada da Escola de Enxeñaría Industrial da Universidade de Vigo. Todas as gravacións foron realizadas en vídeo en Alta Definición HD 720P, con equipos de audio e vídeo de membros dos grupos de investigación que participan no proxecto.

3ª Parte: Montaxe e posprodución.

Unha vez realizada a gravación de todas as imaxes que se consideraban necesarias no guión, procedeuse ao seu visionado e minutaxe para comezar coa montaxe. Esta fíxose

nunha estación de traballo iMac co programa de edición Final Cut. Despois fixéronse as cortiniñas das ráfagas, os rótulos e procedeuse a facer a posprodución de vídeo, a etalonaxe da colorimetría das imaxes e a posprodución de audio, na que se engadiron músicas, ambientes, locucións e ecualizáronse as voces das entrevistas.

4ª Parte: Difusión.

Cando se considerou que se tiña a versión definitiva da reportaxe deseñouse unha carátula e foi rexistrada no Depósito Legal co código VG 495-2012. Logo deste proceso establecéronse os contactos necesarios coa UvigoTV para inserir esta reportaxe no seu portal (http://tv.uvigo.es/video/60075).

Ficha técnica

Dirección: Paulino Pérez Feijoo
Coordinación: Pío González
Realización e montaxe: Noel Queipo, Beatriz Barros e Alba Sotelo.
Posprodución: Alfonso Merino
Locución: Manuel Torrente

Conclusións:

"A prótese de Carmiña" permite un achegamento aos escolares e a cidadanía en xeral dos avances tecnolóxicos no ámbito da investigación en novos biomateriais e na enxeñaría de tecidos. Este material audiovisual é especialmente acaído como recurso didáctico para o alumnado de Ciencias para o Mundo Contemporáneo, pois visualiza a cadea de coñecemento desde a investigación á clínica e como o esforzo humano intelectual e económico produce unha mellora na nosa calidade de vida.

Agradecementos:

Os autores agradecen o traballo de Noel Queipo, Beatriz Barros, Alba Sotelo, Alfonso Merino, Manuel Torrente, Carmen Suárez, Julia López e José R. Caeiro, e tamén ao Hospital Provincial de Conxo (Santiago), ECIMAT, CACTI e EE Industrial de Vigo. Este traballo foi financiado pola Cátedra Filgueira Valverde da Universidade de Vigo e o proxecto Iberomare (POCTEC).

ANEXO I: Recurso didáctico

Título e sinopse: "A prótese de Carmiña"

Reportaxe audiovisual de divulgación científica que mostra o proceso de obtención de novos biomateriais de orixe mariño con fins biomédicos e orientados á enxeñaría de tecidos e medicina rexenerativa. O vídeo recolle as fases de investigación, fabricación e futura aplicación clínica dunha liña de investigación que se desenvolve no Grupo Novos Materiais do Departamento de Física Aplicada da Universidade de Vigo.

Contextualización do tema:

A pirámide de poboación nos países industrializados sufriu nos últimos anos un avellentamento considerable. Segundo publica un informe recente do Instituto Nacional de Estatística, no caso de manterse as tendencias e comportamentos demográficos actuais, no ano 2050, o grupo que inclúe persoas con máis de 64 anos vai dobrar de tamaño e pasar a constituír case un terzo da poboación total de España, 31,9%. Todo isto foi o resultado da combinación entre o declive nas taxas de natalidade e os avances impresionantes feitos en bioloxía, xenética e no estado da saúde das últimas décadas, que diminuíron drasticamente as taxas de mortalidade. Xorde, polo tanto, un novo grupo de cidadáns, cunha esperanza de vida tamén en aumento, acadando un valor medio superior a 80 anos e con algunhas necesidades de cobertura social e de saúde non resoltas. Estes fenómenos demográficos teñen importantes custos no sector sanitario que xa comezaron a apreciarse, como o aumento dramático na demanda de próteses ortopédicas a implantar, que nos últimos 10 anos dobrou, e no número de cirurxías para substituílas, debido ao desgaste das utilizadas hoxe en día. Así, a situación actual supón novos retos na investigación de biomateriais e esixe á sociedade un esforzo multidisciplinar na procura de solucións máis eficientes e menos caras que os estados poidan asumir.

A enxeñaría de tecidos e medicina rexenerativa propón como unha estratexia para afrontar a dificultade de substituír as características e funcións dos tecidos naturais, neste caso do tecido óseo, o desenvolvemento de matrices porosas tridimensionais obtidas a partir de biomateriais cunha morfoloxía e estrutura específicas, segundo o defecto no óso do paciente, para elaborar no laboratorio e sobre esa andamiaxe guía, o tecido óseo cultivando sobre o mesmo células estaminais retiradas do propio paciente. As células proliferan e penetran polos poros da andamiaxe ("scaffold" en inglés), adaptándose á súa morfoloxía, até sintetizar o tecido desexado (Fig.1). Unha vez obtido será implantado no paciente. Con esta proposta mellórase a fixación do implante no organismo, xa que non se trata dun material foráneo, senón que é tecido obtido de células do propio paciente, evitando tamén as cirurxías para substitución dos implantes debidas ó desgaste dos materiais sintéticos utilizados até agora.

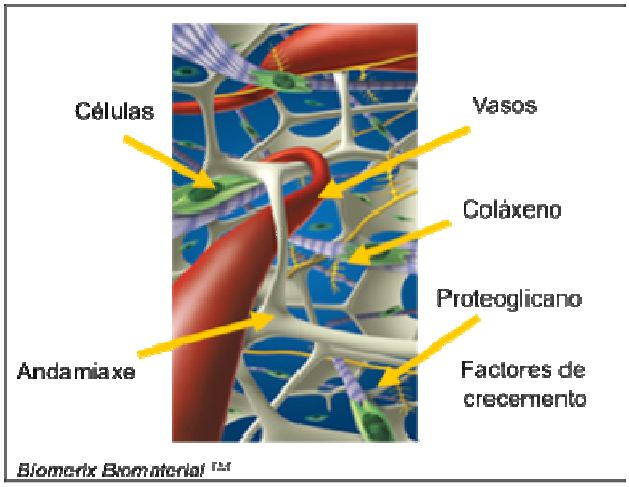


Fig. 1. Andamiaxe para sustitución de tecido óseo. Simulación de Biomerix Biomaterial™.

A biodiversidade que caracteriza e enriquece o ambiente mariño ten, ao mesmo tempo, un enorme potencial para o desenvolvemento de novas microestruturas que exhiben tamén unha organización complexa xerárquica semellante, en moitos casos, ás que presentan os tecidos do corpo humano. Esta visión pretende usar a natureza como fonte de inspiración para buscar solucións máis eficientes que non esixan un procesamento caro. Así, o obxectivo principal deste traballo é a obtención de biomatrices porosas tridimensionais a partir de plantas e algas mariñas e a súa aplicación na industria biomédica. As andamiaxes obtidas deben manter a microestrutura porosa dos precursores naturais de orixe, e proporcionar solucións determinadas para o desenvolvemento de dispositivos médicos e aplicacións específicas de enxeñaría de tecidos e medicina rexenerativa.

Fases do desenvolvemento da investigación:

Fase 1. Nun primeiro paso, procédese á selección de plantas e algas mariñas óptimas, establecendo como requisito a presenza de porosidade interligada distribuída uniformemente por toda a peza, porosidade que provén do propio sistema vascular do vexetal. En adición a este requisito, engádense as especies que presentan un interese potencial no campo biomédico. A macroalga *Laminaria ochroleuca* Bachelot de Pylaie e a planta mariña *Juncus maritimus* Linnaeus foron as especies seleccionadas (Fig.2).

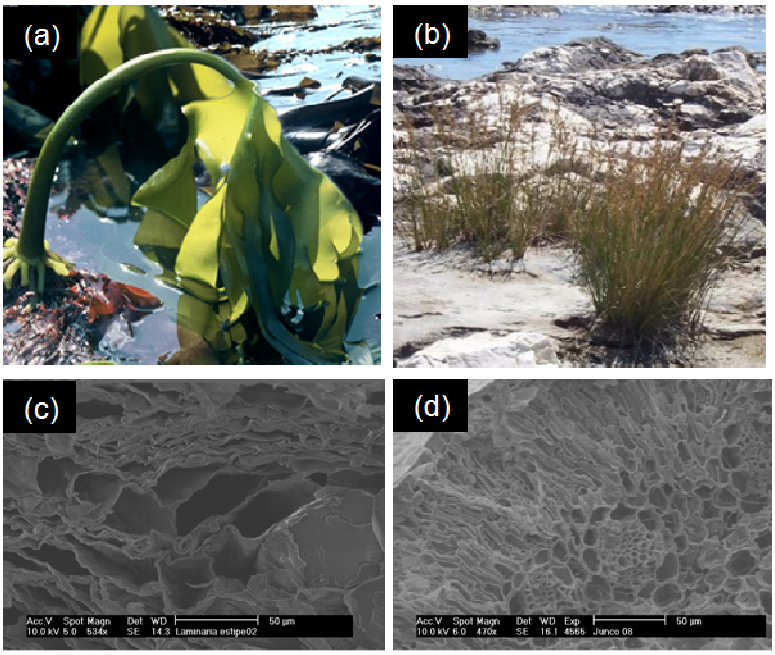


Fig. 2. *Laminaria ochroleuca* (a, c) e *Juncus maritimus* (b, d). Imaxe ó natural (a,b) e micrografía obtida en microscopio electrónico de varrido (SEM) da estrutura porosa en sección transversal (c,d).

Fase 2. Unha vez seleccionadas, e despois da súa recollida, lavado e secado, estas estruturas sométense ao procesamento para obter cerámicas de carburo de silicio, un material xa probado na literatura como biocompatible. O método consiste en someter as especies seleccionadas a un proceso de descomposición térmica ou pirólise (Fig. 3 (a)) para eliminar a materia orgánica e dar lugar a unha peza de carbón pirolítico poroso. A continuación, para obter o carburo de silicio, o carbón é introducido nun segundo forno, onde se infiltra con silicio fundido a temperaturas elevadas (1550ºC) dando orixe a unha

andamiaxe porosa de carburo de silicio (SiC) (Fig. 3 (b)). Neste proceso, o silicio flúe a través do interior da porosidade interligada da peza, reaccionando co carbono, obtendo unha cerámica uniforme de carburo de silicio.

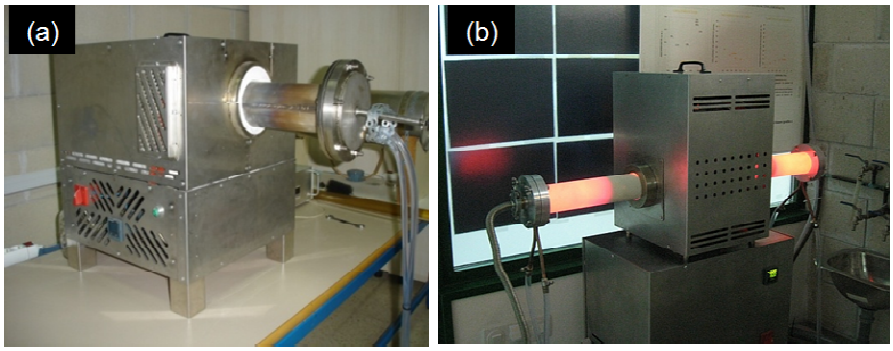


Fig. 3. Equipamento para a fabricación das cerámicas de SiC: forno de pirólise (a) e forno de alúmina de alta temperatura para a infiltración reactiva (b).

Fase 3. A continuación, os soportes cerámicos obtidos a partir de *L. ochroleuca* e *J. maritimus*, sométense a unha análise detallada en termos de morfoloxía, porosidade e composición química tanto da especie natural, como da peza de carbón e das cerámicas de SiC, para ambos os precursores (Fig. 4). Valórase a conservación da microestrutura do precursor orixinal no soporte final, e a súa viabilidade como material para aplicacións biomédicas a través dun estudo comparativo, en termos de características morfolóxicas e de composición, con outros biomateriais actualmente utilizados.

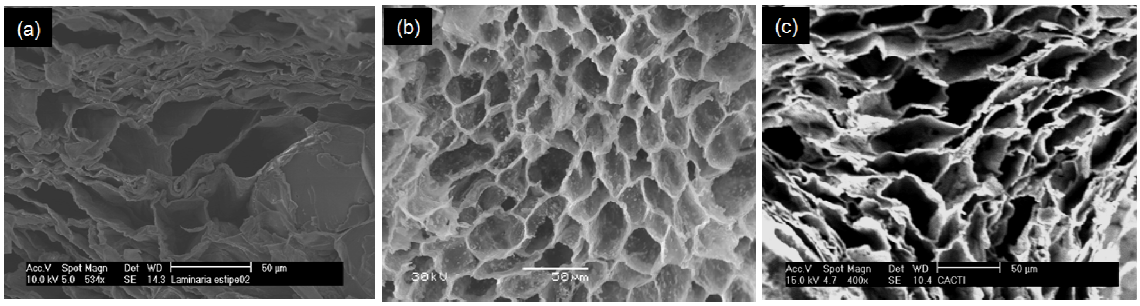


Fig. 4. *Laminaria ochroleuca.* Estrutura porosa en sección transversal (SEM) da alga ó natural (a), da peza de carbón (b) e da cerámica de SiC (c).

Fase 4. Para completar o estudo lévanse a cabo ensaios celulares con pre-osteoblastos de cranio de rato MC3T3-E1 para comprobar a biocompatibilidade das andamiaxes mariñas obtidas. Estas probas realízanse tamén no Departamento de Física Aplicada, nun laboratorio habilitado e equipado para levar a cabo os cultivos celulares (Fig. 5). Tratase dunha investigación multidisciplinar na que se engloban as ramas da Ciencias dos Materiais e a Bioloxía.

Fig. 5. Imaxes do laboratorio habilitado no departamento de Física Aplicada para cultivos celulares sobre biomateriais.

Os resultados amosan o comportamento non citotóxico destas estruturas tanto a curto prazo de incubación material-células (24 horas) como a longo (28 días), cunha axeitada adhesión celular, proliferación celular elevada durante todo o tempo de incubación e actividade osteoblástica alta, verificándose a síntese por parte das células das proteínas específicas para a formación de tecido óseo, tras a aplicación de factores de osteoindución (Fig. 6).

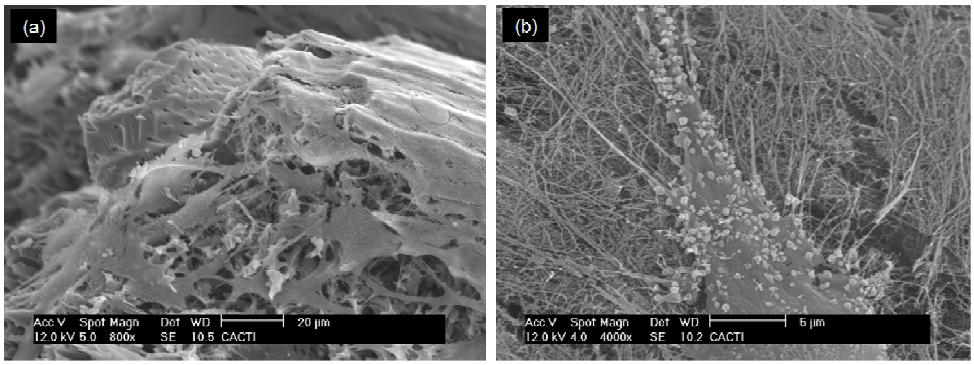


Fig. 6. Micrografías SEM con células MC3T3-E1 saludables e diferenciadas cultivadas sobre as andamiaxes de orixe mariño.

ANEXO II: Desenvolvemento do guión

“A prótese de Carmiña. Dos biomateriais mariños á rexeneración dos tecidos”

Idea:

Amosar as liñas de investigación en biomateriais e a súa relación cos actuais problemas que teñen as próteses óseas.

Guión:

SON	IMAXEN
(Marcar pautas)	Unha muller anciá fala a cámara e conta os problemas que lle vén causando o implante dunha prótese no xeonllo. Falan das operacións, da dor, das infeccións ...
Música	Planos do mar: título provisional→ “No mar está a solución”
Música	Unha barca navega pola ría e nela van unha parella de mergulladores. Falan entre sí. A barca se detén e falan sobre o lugar que é o ideal. Se visten e lanzan ao mar. Recollen algas.
Declaracións anciáns	Un grupo de homes e mulleres maiores camiñan apoiados nos seus bastóns. Falan uns cos outros. Contan as operacións á cámara, as súas doenzas, os seus medos ...
Unha vez recollidas, as algas e plantas mariñas sométense a un proceso para transformalas en cerámicas de carburo de silicio. Para elo en primeiro lugar introdúcense neste forno de pirólise ou de descomposición térmica, no que se pretende eliminar a materia orgánica quedándonos unicamente co carbón. Entre 500 e 800ºC o carbón da celulosa e lignina dos vexetais se transforma en carbón inorgánico. Obtemos así pezas de carbón que conservan a porosidade do sistema vascular da planta.	Nun laboratorio un investigador selecciona un manoxo de algas. Os prepara para metelos nun forno. Vemos as diferentes transformacións do material. Mentres, vai contando o que está a facer, como se tratan as algas, pero aínda non conta a finalidade.

Unha vez obtido, este carbón recóbrese con grans de silicio e introdúcese neste segundo forno, que alcanza os 1550ºC. Esta é a temperatura á que ese silicio funde e penetra polos canais interconectados da peza de carbón, e dá lugar a unha cerámica de carburo de silicio.	
Intervencións médico	Na sala de espera dunha consulta médica hai varios pacientes. Entramos cun deles. O médico lle pregunta pola súa cadeira. Explícalle como vai ser a operación, os riscos, ensínalle as próteses que vai instalar. O médico conta a cámara os problemas actuais destas próteses, os seus custos ...
A aplicación final que lle queremos dar a estas cerámicas é como biomateriais para a substitución de tecido óseo, isto é, substituír as próteses metálicas actuais por outras solucións que eviten introducir no organismo calquera tipo de material. A idea é extraer as células nai do propio paciente, e no laboratorio, medrar esas células sobre soportes porosos que presenten as dimensións do óso a substituír. E se superan positivamente as probas de biocompatibilidade, de toxicidade e adherencia poderemos pasar a un novo proceso. Deste xeito evitaranse os rexeitamentos do implante xa que son células do propio paciente e o non usar próteses, evítanse as ciruxías adicionais para a sustitución das mesmas polo seu desgaste. Todo isto supón unha mellora na calidade de vida e aforro ao sistema sanitario.	Noutro laboratorio o investigador e o seu grupo están nunha zona con microscopios. Traballan con células. Explican que ao tratar o material con células nai do propio paciente se consegue un biomaterial cunha serie de vantaxes. Agora sabemos que están traballando en futuras próteses.
(Marcar pautas)	O médico coa vestimenta de cirurxián vai para unha sala de operacións. No percorrido conta o custo elevado destas

	operacións, o progreso que ten feito e cara onde van as investigacións e que lle poden aportar aos pacientes ...
Aínda pasarán anos até que se poidan implantar próteses realizadas con biomateriais pero na Universidade de Vigo levamos xa tempo investigando como logralo. Temos grandes esperanzas neste novo método como alternativa ás próteses actuais.	Noutro laboratorio o investigador (a cámara) vai concluíndo a súa exposición dos distintas probas e os logros acadados.
Avoa, ímos dar un paseo …	A avoa e Miriam pasean fronte o mar.

Necesidades:
Contactar cunha persoa anciá que tivo diversas operacións de implantes de próteses.
Grupos de anciáns nos que algún teña unha prótese de cadeira, xeonllo ou similar e conten os seus problemas e operacións.
Médico traumatólogo que conte a cámara a situación actual na implantación de próteses.
Posibilidade de gravar nunha consulta con pacientes e acceso a unha sala de operacións.
Barco e mergullador para a recollida de mostras de algas.

Planificación das gravacións:
Unha xornada para gravar co grupo de anciáns.
Unha xornada para gravar a consulta médica e intervencións do médico (Hospital de Conxo en Santiago).
Unha xornada para a gravación da recolleita de mostras dende unha barca e intervencións (Ecimat).
Tres xornadas para gravar laboratorios, preparación de materiais e intervencións (laboratorios E.T.S.E. Industrial, CACTI...)