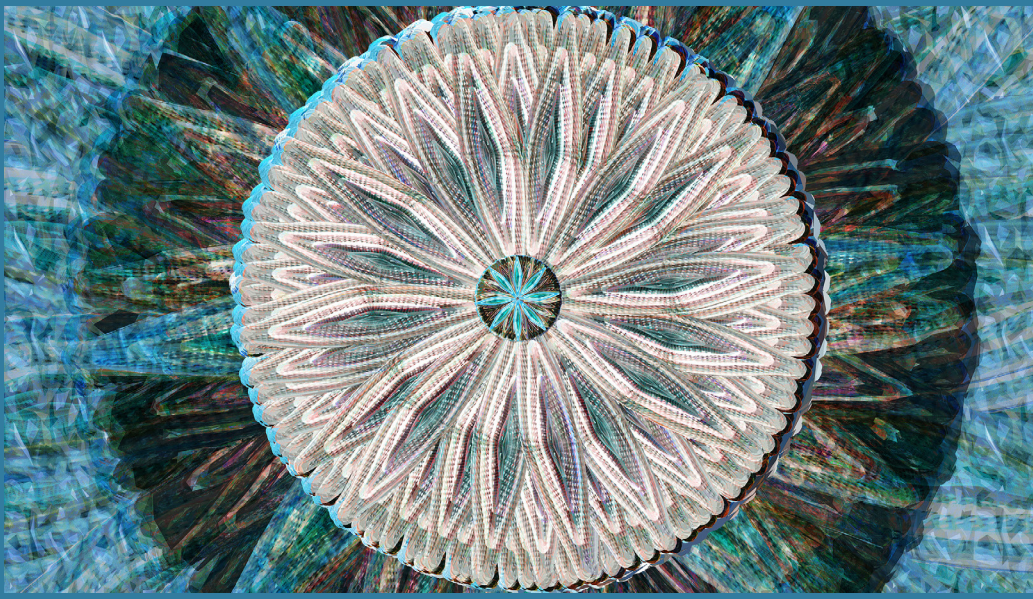
EXPOSIÇÃO PARQUE PARK EXHIBITION

SIMETRIAS OCULTAS EM MUROS DE VIDRO



SERRALVES
PARQUE

EXPOSIÇÃO

A exposição é organizada pela Fundação de Serralves, com curadoria de Helena Freitas, Diretora do Parque, Laura Guimarães e Marina Dolbeth, do Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental da Universidade do Porto (CIIMAR), e coordenação de Marta Tavares.

A iniciativa insere-se no âmbito da Cátedra UNESCO *Ocean-Expert – Science Education of Children for Ocean Stewardship: in Support of the Sustainable Ocean Economy*, da Universidade do Porto.

Artistas: Xavier Cortada (USA), Luke Jerram (UK), Sofia Ferreira (PT)
Microscopia de alta resolução: Paula Sampaio e Rui Fernandes, I3S (Instituto de Investigação e Inovação em Saúde da Universidade do Porto)
Desenho expositivo e Instalação: Ana Maio, Arquitecta
Conteúdos científicos: Laura Guimarães, Marina Dolbeth

Desenvolvida no âmbito do projeto SIGNAL (CIIMAR).

O conteúdo aqui apresentado é de responsabilidade exclusiva das curadoras e não reflete necessariamente as opiniões da UNESCO, nem vincula a organização.

EXHIBITION

The exhibition is organized by the Serralves Foundation, curated by Helena Freitas, Director of Serralves Park, together with Laura Guimarães and Marina Dolbeth from the Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research of the University of Porto (CIIMAR), and coordinated by Marta Tavares.

The initiative forms part of the University of Porto's UNESCO Chair *Ocean-Expert – Science Education of Children for Ocean Stewardship: in Support of the Sustainable Ocean Economy*.

Artists: Xavier Cortada (USA), Luke Jerram (UK), Sofia Ferreira (PT)
High resolution microscopy: Paula Sampaio e Rui Fernandes, I3S (Instituto de Investigação e Inovação em Saúde da Universidade do Porto)
Exhibition Design and Installation: Ana Maio, Architect
Scientific Content: Laura Guimarães, Marina Dolbeth

Developed within the framework of project SIGNAL (CIIMAR).

The content presented here is the exclusive responsibility of the curators and does not necessarily reflect the views of UNESCO or commit the organisation.

Imagem Image: **Xavier Cortada**, *Sentinela* (detalhe)

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial a todos os parceiros e pessoas que contribuíram com a cedência de obras ou identificação de informação e/ou materiais de interesse:

Reitoria da Universidade do Porto
Serviço de Gestão de Documentação e Informação

Museu de História Natural e da Ciência
Universidade do Porto

Instituto de Investigação e Inovação em Saúde, Universidade do Porto
Microscopia Óptica Avançada
Histologia e Microscopia Electrónica
Paula Sampaio, Rui Fernandes, Cláudia Machado, Sofia Pacheco

Museu Carlos Machado (Ponta Delgada)
Biblioteca Pública e Arquivo Regional de Ponta Delgada
Escola Secundária Antero de Quental
Sociedade Afonso Chaves

Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Porto
Francisco Arenas, Matilde Moreira-Santos, Kim Jiyeon, Raquel Pinto, Claudia Teixeira, Pedro Rodrigues, Ágata Gil

Projeto SIGNAL financiando pelo COMPETE 2030, Portugal 2030, ESF+ e FCT (doi:10.54499/2023.16585.ICDT).

ACKNOWLEDGMENTS

A special thank you to all partners and individuals who contributed through the loan of works or the identification of information and/or materials of interest:

Reitoria da Universidade do Porto
Documentation and Information Management Service

Museu de História Natural e da Ciência
Universidade do Porto

Instituto de Investigação e Inovação em Saúde, Universidade do Porto
Advanced Light Microscopy
Histology and Electron Microscopy
Paula Sampaio, Rui Fernandes, Cláudia Machado, Sofia Pacheco

Museu Carlos Machado (Ponta Delgada)
Biblioteca Pública e Arquivo Regional de Ponta Delgada
Escola Secundário Antero de Quental
Sociedade Afonso Chaves

Interdisciplinary Center for Marine and Environmental Research, Universidade do Porto
Francisco Arenas, Matilde Moreira-Santos, Kim Jiyeon, Raquel Pinto, Claudia Teixeira, Pedro Rodrigues, Ágata Gil

Project SIGNAL, funded by COMPETE 2030, Portugal 2030, ESF+ and FCT (doi:10.54499/2023.16585.ICDT).

SIMETRIAS OCULTAS EM MUROS DE VIDRO

"Há poucos objetos tão admiráveis como os delicados invólucros siliciosos das diatomáceas; foram estes criados para que pudessem ser examinados e admirados sob as ampliações mais fortes do microscópio? A beleza, neste último caso, e em muitos outros, depende por completo da simetria do crescimento"

Charles Darwin, A Origem das Espécies, 6ª ed., 1872

Nas margens do invisível, onde a ciência encontra a arte, habitam as diatomáceas, microalgas unicelulares envoltas em delicadas paredes de sílica, moldadas com uma precisão que rivaliza com a da geometria humana. Cada célula é uma obra natural de arquitetura: um fractal em suspensão, um vitral microscópico que refrata silenciosamente a luz.

Organismos, quase etéreos, que sustentam a vida nos ecossistemas aquáticos. Geram oxigénio, fixam o carbono atmosférico e constituem a base das cadeias tróficas aquáticas. Sustentam, com a sua simples existência, o equilíbrio invisível dos oceanos e das águas interiores. São a memória mineral da fotossíntese, transformando energia solar em estrutura, transparência e cor.

Mas as diatomáceas são mais do que um fenómeno biológico, representam uma beleza singular. Na repetição das suas simetrias, na delicadeza dos seus padrões, revelam uma lógica universal: a da forma como expressão da função, da ordem que emerge do caos molecular. Observá-las ao microscópio é um ato de contemplação científica, em que o olhar do investigador se torna também o do artista.

A sua perfeição natural auxilia na avaliação da saúde dos ecossistemas, inspira a nanotecnologia, a arquitetura, o design sustentável, e desperta uma sensibilidade estética que atravessa fronteiras disciplinares. Lembra-nos que a arte está inscrita no próprio tecido da vida e que a beleza, quando atentamente observada, é também uma forma de conhecimento.

As diatomáceas convidam-nos a repensar a fronteira entre o visível, o invisível e o essencial. Na sua escala microscópica, revelam uma estética da função, uma harmonia que antecede o gesto humano. Entre ciência e arte, sugerem um novo olhar sobre o mundo, onde cada forma, cada padrão, cada célula, nos lembra silenciosamente que a criatividade da natureza continua a ser a mais profunda de todas as inspirações.

A EXPOSIÇÃO

Esta exposição convida o público a descobrir as diatomáceas, organismos microscópicos que sustentam a vida aquática em todo o planeta, aproximando-nos do universo das diatomáceas, através de um percurso que atravessa três espaços da Quinta (o Alpendre, o Celeiro e o Lagar) e cruza a ciência e a arte.

Painéis informativos, fotografias de microscopia avançada, preparações

microscópicas, literatura científica relevante e experiências imersivas evidenciam a sua história, morfologia e importância ecológica, enquanto obras e instalações expostas revelam a inspiração que têm dado a cientistas e artistas ao longo de mais de um século.

Neste contexto, o público é desafiado a criar um arranjo artístico através de um figital, à semelhança de uma prática antiga, mas com um significado ecológico.

A exposição constitui um convite a olhar de perto para o que escapa aos nossos olhos.

ALPENDRE

DIATOMÁCEAS: O QUE SÃO, ONDE ESTÃO, REGISTOS E HISTÓRIA EVOLUTIVA

O QUE SÃO DIATOMÁCEAS?

As diatomáceas são pequenas algas, invisíveis a olho nu, compostas por uma só célula. Ocorrem em diferentes tamanhos, de 1 a 200 µm, embora algumas espécies possam ir até ~2 mm de comprimento. Algumas espécies formam cadeias ou colónias simples. Apresentam formas, tamanhos e padrões à superfície muito variados. São constituídas por uma parede celular externa, à qual chamamos frústula, que é rígida e constituída sobretudo por sílica hidratada amorfa ($SiO_2.nH_2O$) com composição química semelhante à opala.

ONDE HÁ ÁGUA, HÁ DIATOMÁCEAS

As diatomáceas existem desde a nascente até ao mar em todo o planeta. Encontram-se em todos os ecossistemas aquáticos, como no oceano, estuários, rios, lagos, pântanos e charcos, como o de Serralves. As diatomáceas do oceano vivem tipicamente na coluna de água (planctónicas). As diatomáceas dos outros ambientes vivem em biofilmes que se formam nos seus fundos ou em ramos ou folhas velhas que submergiram (bentónicas). Também podem colonizar habitats aéreos e terrestres húmidos, incluindo solo, líquenes e musgos epífitos, desde que na presença de ambiente húmido.

As formas planctónicas em águas abertas dependem frequentemente da mistura turbulenta das camadas superiores pelo vento para as manter suspensas nas águas superficiais iluminadas pelo sol. Algumas espécies regulam ativamente a sua flutuabilidade através do conteúdo em lípidos intracelulares para contrabalançar o afundamento.

OS PRIMEIROS REGISTOS CIENTÍFICOS

Só depois da invenção do microscópio pudemos observar a vida escondida das diatomáceas. O primeiro registo conhecido data de 1703, mas foi já no século XIX, com cientistas como Christian Ehrenberg, que o seu estudo verdadeiramente floresceu. Ehrenberg, desenhou ao pormenor e classificou centenas de espécies, muitas delas a partir de amostras recolhidas pelo próprio Darwin. Pela capacidade que algumas espécies têm de se movimentar, assim como as formas e complexidade da sua parede externa, Ehrenberg e os seus contemporâneos classificaram-nas inicialmente como animais microscópicos.

REGISTO FÓSSIL E HISTÓRIA EVOLUTIVA

As diatomáceas têm um registo fóssil notável. As frústulas são relativamente densas, o que faz com que se afundem ou sedimentem facilmente. A sílica na frústula permite a sua preservação por longos períodos após a morte celular. Ao longo de milhões de anos, as frústulas depositaram-se e fossilizaram nos fundos de lagos, rios e oceanos. A deposição origina a formação de uma rocha sedimentar biogénica, o diatomito.

Estima-se que as diatomáceas tenham surgido há cerca de 270 milhões de anos, datando do Cretácico os primeiros achados conhecidos. Os seus fósseis fornecem um registo útil à reconstrução do clima passado (paleoclimático).

Conhecem-se mais de 200 géneros de diatomáceas e estima-se que existam pelo menos 100.000 espécies. A combinação de registos fósseis com a biologia molecular de espécies atuais permitiu elaborar uma árvore da vida das diatomáceas. Embora existam milhares de linhagens na árvore da vida, a maior parte da diversidade atual concentra-se em alguns grupos que evoluíram e diversificaram rapidamente. As diatomáceas desenvolveram uma gama de características potencialmente úteis, como vacúolos para armazenamento de nutrientes, sensibilidade ou tolerância a mudanças nas condições ambientais, formação de estágios de repouso, proteínas de ligação ao gelo e um ciclo da ureia.

CELEIRO

À DESCOBERTA DAS DIATOMÁCEAS

No celeiro e ao longo dos seus painéis, encontra-se o percurso o percurso de descoberta das diatomáceas. Apresentam-se aspetos essenciais à sua vida, desde a morfologia, onde as suas formas e ornamentações intrincadas são a base para a identificação das espécies, inicialmente através de ilustrações desenhadas ao pormenor, até à sua reprodução e funções ecológicas. Evidenciam-se também alguns dos primeiros registos, passando pelos estudos pioneiros de investigadores internacionais e nacionais (linha temporal), até uma visão contemporânea das diatomáceas que podemos encontrar no Parque de Serralves, com técnicas avançadas de microscopia. A acompanhar este percurso, a instalação Gigantes Microscópicos amplifica a vida invisível do Parque.

MORFOLOGIA E FUNÇÕES ECOLÓGICAS

Em geral, distinguem-se dois grandes grupos de diatomáceas: um constituído por espécies com simetria radial (diatomáceas cêntricas) e outro constituído por espécies de simetria bilateral (diatomáceas penadas). Independentemente do grupo, todas partilham a mesma estrutura fundamental: a frústula.

A frústula tem sempre duas valvas, uma ligeiramente maior que encaixa sobre a menor: a epiteca e a hipoteca. Como a parede é rígida, precisa de bandas de ligamento que unem as valvas e permitem algum crescimento da célula. As diatomáceas penadas podem ainda possuir rafe numa ou em ambas as valvas. Este é uma fenda longitudinal essencial à locomoção. A frústula está coberta por padrões regulares de poros, dispostos com grande precisão geométrica para otimizar a flutuabilidade, a captação de luz e a resistência mecânica. Esta ornamentação permite ainda trocas entre o interior e o exterior, facilita a formação de colónias com outras células, ou contribui para a defesa contra predadores.

A geometria intrincada constitui a base das características diagnósticas das espécies de diatomáceas: a forma geral e simetria; a presença, estrutura e posição do rafe; a presença de aréolas (poros na valva), estrias (fileiras de poros) ou fendas; a forma e estrutura da área central; e a disposição dos poros na área marginal.

Internamente, as diatomáceas possuem um núcleo organizado envolvido por uma membrana nuclear e organelos especializados: são organismos eucarióticos. Para além do núcleo, possuem também, entre outros, cloroplastos (essenciais para a fotossíntese), o vacúolo central, mitocôndrias (essenciais para a respiração e metabolismo) e gotículas lipídicas.

Tal como as plantas, as diatomáceas captam a luz do sol para produzir a sua própria matéria a partir de substâncias inorgânicas, no processo chamado

fotossíntese. Neste processo também consomem água e dióxido de carbono, libertando oxigénio. Grande parte deste oxigénio é consumido nos próprios ecossistemas aquáticos, sustentando a vida que aí existe. No passado geológico da Terra, este processo foi essencial para moldar a atmosfera que hoje conhecemos e respiramos.

Para além das clorofilas (fotossíntese), apresentam outros pigmentos, incluindo carotenoides e xantófilas, como a fucoxantina (a mais abundante), que lhes dá a cor acastanhada ou verde-oliva e tem elevada ação antioxidante. O vacúolo pode ocupar até 90% do espaço celular interno. Acumula crisolaminarina (hidrato de carbono de reserva destas algas), nitratos, fosfatos, cálcio e precursores de sílica, garantindo a sobrevivência, flutuação e divisão celular mesmo em períodos de escassez no meio exterior. Além disso, atua na regulação osmótica da célula, controlando o fluxo de água para manter a pressão interna e a estabilidade estrutural necessárias. As gotículas lipídicas representam outra principal reserva energética destas células, armazenando compostos densos e de alta duração como ácidos gordos poli-insaturados, que incluem os benéficos ómega 3 e ómega 6, e lípidos neutros (triacilgliceróis).

Graças a estes processos e à sua composição, as diatomáceas constituem a base relevante das teias alimentares aquáticas, sustentando desde o zooplâncton até aos grandes predadores de rios, lagos, oceanos e outros ecossistemas aquáticos. Estima-se que produzam cerca de 25% da biomassa que sustenta estes organismos. Desempenham também um papel fundamental nos ciclos biogeoquímicos da sílica, do carbono, do fósforo e do azoto. Atribui-se cerca de 20-25% da fixação de carbono global às diatomáceas.

MOVIMENTO E REPRODUÇÃO

Apesar de um grande número de espécies ser imóvel, algumas são capazes de se movimentar para procurar luz e nutrientes, formar e reorganizar os biofilmes, colonizar novos substratos, evitar predadores e condições desfavoráveis.

O movimento pode ser rotacional ou de deslizamento. O rotacional é típico das diatomáceas cêntricas quando estão em suspensão na coluna de água. O deslizamento ocorre em diatomáceas com rafe. Faz-se pela secreção de mucopolissacarídeos pelo rafe que fica entre o substrato e a célula, formando uma espécie de trilho adesivo que permite o deslizamento. Dependendo da espécie e do substrato, conseguem mudar de direção, parar, recomeçar e até inverter o sentido do movimento. A velocidade média deste tipo de movimento varia entre 1 e 25 micrómetros por segundo. Curiosamente, na extremidade oposta do rafe, ocorre um processo intenso de endocitose, ou seja, formam-se vesículas na membrana para reabsorver, internalizar e reciclar parte dos polissacarídeos e das proteínas membranares que foram usados durante o movimento. Ou seja, fazem o trilho, mas a seguir limpam-no e trabalham na sua reciclagem.

As diatomáceas podem reproduzir-se de forma assexuada ou sexuada. Na maior

parte das vezes, reproduzem-se de forma assexuada numa duplicação por fissura binária (mitose): a frústula abre e a célula divide-se em duas. Cada célula "filha" fica com uma valva da célula "mãe". A partir desta, constrói uma nova metade, sempre mais pequena, para completar a frústula. A cada divisão, as células vão ficando progressivamente mais pequenas, até que atingem um tamanho tão pequeno que deixam de ser viáveis. É aqui que entra a reprodução sexuada, desencadeada pelo tamanho e/ou pelas condições ambientais. De um modo geral, quando as condições são propícias, as células sofrem meiose e produzem gâmetas haploides. Após a fertilização entre dois gâmetas, forma-se um embrião diploide que absorve grande quantidade de água, transformando-se numa célula especializada, flexível e sem parede de sílica, o auxósporo. Este vai-se expandindo até atingir o tamanho típico, altura em que começa a silicificar.

Globalmente, a reprodução sexuada cria diversidade genética e recupera o tamanho celular máximo. As cêntricas são oogâmicas, i.e., uma célula especializada produz espermatozoides pequenos, flagelados e móveis e outra produz um oócito (ovo) grande e imóvel. O espermatozoide nada até ao ovo e fertiliza-o. As penadas são isogâmicas, i.e., células compatíveis alinham-se muito próximas, frequentemente no meio de uma camada de mucilagem, e trocam gâmetas idênticos não flagelados.

AS DIATOMÁCEAS NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

As diatomáceas têm despertado o interesse de cientistas há mais de três séculos. A seleção de livros, preparações microscópicas, ilustrações e objetos em exposição evidencia diferentes formas de as estudar: enquanto fósseis que ajudam a conhecer o passado, como indicadores da qualidade de ecossistemas aquáticos e como recursos com aplicações no quotidiano.

Na vitrina, encontra-se a coleção "Diatomées du monde entier", de Tempère e Peragallo (Paris) de finais do século XIX. Maurício e Frederico Peragallo, militares de carreira e estudiosos de diatomáceas prepararam os textos e ilustrações e J. Tempère produziu as preparações microscópicas. A coleção reunia 625 preparações de várias partes do mundo, provenientes sobretudo de sedimentos fósseis e de ambientes marinhos e de água doce. O exemplar em exibição é de uma edição publicada em Paris entre 1889 e 1895.

Ao lado poderá observar-se "Gisements fossiles à Furnas (Ile de S. Miguel)", publicado em 1908 por Francisco Afonso Chaves (Coronel Afonso Chaves), figura micaelense de destaque na ciência nacional. É um dos primeiros trabalhos conhecidos sobre registos fósseis de diatomáceas em Portugal. A obra de Afonso Chaves e contribuições científico-tecnológicas estão atualmente em retrospetiva na exposição "Homenagear Francisco Afonso Chaves" (Museu Carlos Machado, Núcleo de Santa Bárbara) que assinala 2026 como o centenário

da sua morte. A acompanhar este trabalho encontram-se algumas das suas preparações de diatomáceas, esboços e rascunhos de correspondência com Georges Leuduger-Fortmorel, estudioso francês do século XIX, reconhecido pelos seus trabalhos sobre estas microalgas.

Em 1946, Alfredo Andrade da Silva (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto) publicou "Diatomáceas fósseis de Portugal: jazigos de Rio-Maior, Óbidos e Alpiarça", uma obra de referência sobre depósitos fósseis portugueses. O autor destacou-se pelas suas ilustrações científicas rigorosas, que desenhou a partir da observação das delicadas estruturas das paredes de sílica das diatomáceas. Andrade da Silva estudou depósitos nacionais de diatomitos fluviais e lacustres da era Cenozoica. Junto ao livro, podem ser observados exemplares de diatomito de Rio Maior e bases para copos feitas de diatomito.

A caixa mais recente em exposição contém uma coleção de 44 preparações de diatomáceas recolhidas em 2004, no âmbito das campanhas "River Habitat Survey" (RHS) da Universidade do Porto, sob responsabilidade do Professor Francisco Barreto Caldas. O RHS é um método concebido pelo Reino Unido para caraterizar a estrutura física de ribeiras e rios de água doce e avaliar a qualidade ecológica dos seus habitats. Em Portugal, foi utilizado na caracterização e monitorização dos rios associada à aplicação da Diretiva Quadro da Água.

DIATOMÁCEAS DE SERRALVES AO MICROSCÓPIO

For fim, as fotografias e preparações em exposição mostram diatomáceas recolhidas nos ecossistemas aquáticos do Parque de Serralves. As fotografias foram obtidas com duas técnicas: Microscopia de Contraste de Interferência Diferencial (DIC), utilizando um microscópio Zeiss Axio Imager Z1 equipado com uma objetiva Plan-Neofluar 100×/1.4 oil, por Paula Sampaio, e Microscopia Electrónica de Varrimento, utilizando os microscópios Zeiss Gemini 1 - 360 e Phenom XL G2 Desktop, por Rui Fernandes. Estas técnicas revelam pormenores das formas e das estruturas de sílica das diatomáceas.

GIGANTES MICROSCÓPICOS, INSTALAÇÃO

Gigantes Microscópicos parte da ampliação de uma realidade invisível presente nos ecossistemas aquáticos do Parque de Serralves. Diatomáceas recolhidas no seu Lago, Charco e espelhos de água são transpostas da escala microscópica para a escala do corpo, revelando geometrias, simetrias e ornamentações habitualmente inacessíveis ao olhar.

Materializadas em esculturas de papel, estas estruturas estabelecem uma relação inesperada com o imaginário dos cabeçudos da tradição popular. A analogia não é apenas formal: através da alteração radical de escala, aquilo que pertence ao domínio microscópico adquire presença, volume e uma dimensão quase performativa no espaço.

A instalação desenvolve-se a partir da relação entre as esculturas e um conjunto de planos espelhados suspensos. Mais do que suportes de reflexão, os espelhos funcionam como dispositivos espaciais: fragmentam e multiplicam as formas, introduzem diferentes pontos de vista e desestabilizam a perceção dos limites físicos do espaço.

A sua suspensão constrói uma espécie de plano aquático abstrato — simultaneamente superfície, teto e fronteira — sob o qual o visitante é convidado a deslocar-se. Entre reflexos, transparências, sobreposições e corpos suspensos, a instalação procura evocar a condição de submersão e a densidade visual de um meio aquático.

A experiência resulta, assim, de uma inversão de escalas. Em vez de observar o organismo através do microscópio, é o corpo do visitante que entra metaforicamente no seu campo. O microscópico torna-se arquitetura e o dispositivo expositivo transforma-se num território de imersão, tornando percetível uma dimensão do ecossistema que, apesar de permanentemente presente, permanece invisível.

Instalação: Ana Maio
Esculturas: Sofia Ferreira

GIGANTES MICROSCÓPICOS, INSTALAÇÃO DE VÍDEO

A instalação transmite o fascínio pelas estruturas das diatomáceas: geometrias delicadas, transparências e padrões que revelam uma complexidade quase arquitetónica. Observá-las no seu habitat natural é descobrir uma paisagem dentro da paisagem, onde formas ínfimas participam na construção de um meio vivo.

O vídeo constitui o elemento central desta experiência. Fotografias dos charcos e lagos do Parque de Serralves articulam-se com imagens microscópicas numa composição em movimento que recria a dinâmica do ecossistema aquático. Deslocações, sobreposições e transições de escala dão expressão aos ritmos e às relações entre os organismos e o seu meio, construindo uma paisagem em contínua transformação.

Ampliadas à dimensão dos visitantes, as diatomáceas estabelecem uma aparente relação à escala 1:1 com o corpo humano. Esta intenção, reforçada pela estrutura da parede côncava, envolve o corpo e prolonga o vídeo na visão periférica. A dinâmica da imagem, o som, a luz e os reflexos conjugam-se para evocar a profundidade, a suspensão e a vitalidade destes habitats.

As diatomáceas apresentam-se como gigantes protagonistas da peça: pela dimensão que adquirem perante o visitante e pela importância da sua presença nos ecossistemas que habitam.

Instalação de video/concepção: Ana Maio
Fotografias: Paula Sampaio e Rui Fernandes
Video mapping: Filipe Oliveira

LAGAR

APLICAÇÕES E INSPIRAÇÃO DAS DIATOMÁCEAS

No lagar, evidenciam-se as diversas aplicações das diatomáceas, tanto pela sua composição química como pela sua complexa arquitetura externa. Em termos ecológicos, uma das mais reconhecidas, usada há mais de 100 anos e em todo o mundo, é como bioindicador da saúde dos ecossistemas aquáticos. Mas a sua utilidade estende-se muito além, inspirando a indústria e a tecnologia avançada. Esta mesma dualidade, composição e forma, é também aquilo que as tornou objeto de contemplação artística. Da arte vitoriana dos arranjos microscópicos às composições contemporâneas que as transformam em esculturas de vidro ou em símbolos da crise climática, as diatomáceas continuam a inspirar artistas que, tal como os cientistas, se inspiram nestes seres invisíveis para melhor compreender e comunicar o mundo que nos rodeia.

O QUE NOS DIZEM SOBRE A SAÚDE DOS ECOSSISTEMAS?

A diversidade e abundância das diatomáceas refletem o meio onde vivem, por isso a sua análise permite avaliar a saúde dos ecossistemas aquáticos. Cada espécie reage de forma diferente à qualidade da água: há espécies sensíveis a pressões como a poluição e o stress térmico, e outras tolerantes, cujas populações conseguem crescer mesmo nessas condições. Estas respostas permitem avaliar o estado do ecossistema com base na presença e abundância das diferentes espécies.

Este processo começa com a recolha de amostras em diferentes pontos do ecossistema em estudo. O método varia consoante o meio: em ambientes marinhos utilizam-se redes de malha fina (ex. redes de plâncton); em ecossistemas de água doce, recolhe-se o biofilme que se forma no fundo, em pedras, folhas ou ramos submersos, com uma pipeta ou uma simples escova de dentes. As amostras são depois tratadas quimicamente (oxidação) para remover toda a matéria orgânica, restando apenas as frústulas. Estas são montadas entre lâmina e lamela num meio com um elevado índice de refração, adequado à sílica, e observadas ao microscópio para identificação da espécie e contagem da abundância de cada espécie. Esta informação é utilizada para calcular índices de qualidade do sistema.

No Parque foi encontrada uma combinação de espécies sensíveis e tolerantes. O sistema de água antigo do Parque recebeu, nos últimos anos, duas grandes intervenções para melhorar o fornecimento de água e a sustentabilidade para os seus habitantes. Por isso, os seus ecossistemas artificiais (e.g. espelhos de água, lago) estão ainda em fase de restabelecimento e maturação. Em novos ecossistemas, em que as condições ambientais apresentam maiores flutuações e instabilidade (e.g. níveis de nutrientes, temperatura), as diatomáceas que primeiro colonizam e proliferam são ambientalmente tolerantes, oportunistas e de crescimento rápido.

OUTRAS APLICAÇÕES

A sua composição em sílica tem despertado grande interesse científico e industrial. Tradicionalmente, a terra de diatomáceas (ou diatomito) tem sido usada para filtrar água e outros líquidos, como isolante térmico e acústico, como abrasivo para limpeza e polimento de materiais e como inseticida natural.

Mais recentemente, destacam-se, por exemplo, as aplicações na saúde e no bem-estar humanos. A fucoxantina, os carotenoides e os lípidos apresentam elevado interesse para a indústria farmacêutica e de suplementos devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, constituindo a base de produtos farmacêuticos e nutracêuticos. Já as suas frústulas têm sido usadas também na indústria farmacêutica e biomedicina, onde a sua estrutura porosa permite o transporte e libertação controlada de medicamentos no organismo.

As diatomáceas têm vindo a ser exploradas como biocombustíveis (biodiesel), através dos óleos naturais que produzem. Também na produção de energia verde, a organização nanométrica da sílica e dos poros das diatomáceas funciona como um cristal fotónico natural que maximiza a captação de luz. Esta estrutura inspirou o design de novas células e painéis solares mais finos e eficientes (que captam melhor a radiação solar) e de sensores óticos ultrafinos.

A sua microestrutura é inspiração para a biomimética, a ciência que se inspira na natureza para criar novas soluções tecnológicas. A razão entre a leveza da frústula e a sua resistência mecânica a fortes pressões (graças às suas trabéculas e nervuras de sílica) tem servido de modelo para o design em várias áreas. A partir destes padrões naturais, têm sido desenvolvidos materiais leves e muito resistentes para a aeronáutica, impressão 3D de estruturas minúsculas para filtros e sensores, e até novas formas de construir edifícios e infraestruturas arquitetónicas mais resistentes e ecologicamente eficientes.

ARRANJOS MICROSCÓPICOS E CRIAÇÃO ARTÍSTICA

A ARTE VITORIANA DE ARRANJOS DE DIATOMÁCEAS DE KLAUS KEMP

Na época vitoriana, os microscopistas começaram a organizar diatomáceas em padrões geométricos sob lâminas de microscópio, unindo o rigor da ciência à expressão estética. Esta disciplina teve em Klaus Kemp um dos seus últimos grandes mestres, autor dos arranjos mais complexos que se conhecem.

Para criar os seus arranjos, Kemp dedicou décadas a aperfeiçoar uma técnica complexa: recolher, limpar e organizar as minúsculas frústulas de sílica vítrea em padrões geométricos e caleidoscópicos invisíveis a olho nu. A complexidade da sua obra é extraordinária. Usando ferramentas personalizadas de precisão cirúrgica e uma cola que demorou oito anos a ser formulada, Kemp manipulava estruturas medidas em micrómetros para criar rosetas e mandalas perfeitas sob lâminas de microscópio. A beleza destas composições reside na interação única da sílica com a luz refratada, gerando cores vibrantes e texturas fascinantes. Em exposição, vemos alguns exemplos dos seus arranjos.

KLAUS KEMP (1937–2022)

Klaus Kemp descobriu a arte vitoriana dos arranjos de diatomáceas aos 16 anos. Autodidata, dedicou anos a investigar e experimentar, procurando recuperar os métodos dos antigos microscopistas numa época em que havia muito pouca informação sobre as suas técnicas.

A sua obra alcançou amplo reconhecimento internacional. Celebrado no aclamado documentário *The Diatomist* (2014) e homenageado postumamente por estúdios de arte digital, Kemp deixou um legado inestimável: uma coleção de diatomáceas únicas, que constitui um excelente acervo de investigação e se encontra atualmente no Museu de História Natural de Londres e numa instituição alemã. Várias espécies de diatomáceas foram batizadas em sua honra, imortalizando o seu papel crucial na preservação de uma das formas de arte mais delicadas do planeta.

Embora recusasse a designação de artista, preferindo encarar as suas composições como um exercício de ordem e precisão geométrica, Kemp tornou-se uma referência incontornável desta tradição quase desaparecida. Mantém vivo um saber artesanal raro e convida-nos a descobrir, para além da dimensão científica das diatomáceas, a extraordinária beleza das formas mais pequenas da natureza.

www.isdr.org

AS DIATOMÁCEAS DE VIDRO DE LUKE JERRAM

O artista britânico Luke Jerram alcançou aclamação global com a sua célebre série Glass Microbiology e, em particular, com a impressionante instalação Microcosmos (2023),

dedicada exclusivamente às diatomáceas. Cruzando conhecimento científico com a mestria do vidro moldado, Jerram colaborou com cientistas de universidades britânicas para replicar tridimensionalmente a experiência de observar estes microrganismos ao microscópio.

A complexidade da sua obra reside na transição perfeita de escalas e tecnologias para criar estas esculturas de vidro fundido, que são ampliações tridimensionais cerca de 1000 vezes maiores do que as microalgas reais. Jerram recorreu à impressão 3D de moldes de alta precisão para onde verteu o vidro incandescente, esculpindo depois os detalhes finais à chama. A beleza destas peças assenta na sua transparência cristalina absoluta. Jerram celebra a natureza das diatomáceas, que são seres únicos no planeta com casas feitas de puro vidro (sílica opalina).

O reconhecimento internacional desta obra é vasto. Exibidas em museus de referência mundial, as suas esculturas transcendem a arte decorativa, sendo utilizadas por cientistas e ecologistas para alertar para o papel vital do fitoplâncton na saúde climática da Terra.

LUKE JERRAM

A prática multidisciplinar de Luke Jerram abrange a criação de esculturas, instalações e projetos de arte performativa. A viver no Reino Unido e a desenvolver uma prática de âmbito internacional desde 1997, Jerram criou inúmeros projetos artísticos extraordinários, capazes de despertar a imaginação e inspirar públicos em todo o mundo. Desde o início da sua carreira, realizou cerca de 1000 exposições.

Jerram é reconhecido internacionalmente pelas suas obras de grande escala, concebidas para o espaço público e para envolver diferentes comunidades, despertando a imaginação e a participação do público. As suas obras já foram experienciadas por mais de 40 milhões de pessoas em todo o mundo. Entre os seus projetos mais emblemáticos encontra-se Museum of the Moon, apresentado na Índia com o apoio do British Council, nos Commonwealth Games, na Austrália, e em Aarhus, na Dinamarca, no âmbito da programação da Capital Europeia da Cultura.

www.lukejerram.com

NA FRONTEIRA ENTRE CIÊNCIA, ARTE E COMUNICAÇÃO COM XAVIER CORTADA

"A diatom glass shell is a talisman." —
Xavier Cortada, The Art of Diatoms, 2022

Xavier Cortada foi convidado a criar duas novas obras de arte digitais para a exposição. Intituladas *Diatoms of Serralves*, as obras inspiram-se em espécies de diatomáceas encontradas no Parque de Serralves, e no diálogo entre a ciência, arte e comunicação. A tarefa de Cortada consistiu em partir destas espécies e transformá-las em algo monumental, traduzindo um único organismo, não maior do que a largura

de um cabelo humano, numa projeção digital do tamanho de uma parede. Cada obra centra-se numa única espécie, abordando uma faceta diferente da mesma ameaça ambiental e tornando o invisível impossível de ignorar: o que acontece aos sistemas vivos quando a água fica demasiado quente?

Sentinela (*Navicula lanceolata*, Serralves) assume a forma de uma mandala radial e circular: uma única diatomácea repetida a partir da sua própria estrutura até preencher a composição. A mandala desenvolve-se em tons suaves de creme, branco e azul-petróleo, sobre um fundo de um azul-água profundo.

O título da obra recupera um conceito da ecologia: uma espécie sentinela é aquela cujo resposta ao stress ambiental serve como alerta precoce para os riscos que se estendem a todo o ecossistema, incluindo nós. *Navicula lanceolata* prospera em águas frias, limpas e ricas em oxigénio e quase não tolera aquecimentos bruscos. Quando as condições térmicas se alteram, as suas populações podem entrar em colapso, em vez de simplesmente diminuírem.

Limiar (*Achnanthidium minutissimum*, Serralves) apresenta quatro representações da mesma diatomácea dispostas verticalmente, evocando a forma de um termómetro ou de um indicador. A cor progride do amarelo-esverdeado, na base, até ao vermelho intenso, no topo.

Achnanthidium minutissimum é uma das diatomáceas mais adaptáveis e mais amplamente distribuídas na Terra, capaz de sobreviver em praticamente qualquer condição. Contudo, quando sujeita de forma prolongada a temperaturas entre os 25 e os 30 ºC aproxima-se do seu limite. Traçado ao longo da obra está o próprio registo global de temperatura da superfície da NASA, que acompanha o aquecimento planetário desde 1880, integrado diretamente na composição.

Este projeto surge num momento particularmente significativo.
Este verão, a Europa sofreu uma sucessão de ondas de calor recorde, com temperaturas a ultrapassar repetidamente os 40 °C. Centenas de pessoas, em vários países, afogaram-se ao tentarem refrescar-se em rios, lagos e canais que não foram construídos nem são supervisionados para esse fim. Cortada procurou que estas obras se inscrevessem diretamente nessa realidade: não como abstração, nem como previsão, mas como um registo das transformações que já estão a ocorrer na água de que dependemos, contado através dos organismos que não têm outra escolha senão registá-lo.

XAVIER CORTADA

Xavier Cortada é um artista cubano-americano, membro do Florida Artists Hall of Fame, cuja prática interdisciplinar estabelece relações entre arte, ciência e participação cívica. Pioneiro da arte ecológica em Miami, Cortada utiliza a arte para envolver as comunidades na compreensão de questões ambientais complexas e incentivar a reflexão e a ação, particularmente no que respeita às alterações climáticas, à subida do nível do mar e à perda de biodiversidade. Ao longo

de mais de três décadas, criou mais de 150 obras de arte pública, instalações e projetos participativos, incluindo trabalhos desenvolvidos nos dois polos terrestres. Em 2024, recebeu o prémio *Excellence in Science Communications Award*, atribuído pelas Academias Nacionais de Ciências, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos, em reconhecimento do seu trabalho na aproximação entre o conhecimento científico e o público.

A colaboração com cientistas é central na prática de Cortada, permitindo-lhe traduzir investigação em experiências acessíveis ao público e em oportunidades para a ação. O seu interesse pelas diatomáceas surgiu através de colaborações com o programa de Investigação Ecológica de Longo Prazo dos Everglades Costeiros da Flórida, explorando como estes organismos microscópicos podem ajudar as comunidades a compreender as alterações climáticas e o aumento da salinidade. Esta investigação inspirou *The Diatom Realm*, um conjunto em evolução de arte pública espalhado pela Flórida, incluindo instalações cerâmicas em grande escala e obras de arte públicas que trazem as diatomáceas para os espaços do quotidiano. Através de obras como *Diatoms of the Florida Everglades* (2017) e *Just Below the Surface*, que se baseia em diatomáceas preservadas em núcleos sedimentares datados, Cortada estabelece uma ligação entre a vida microscópica e a história das paisagens e das comunidades, revelando as alterações ecológicas que frequentemente permanecem invisíveis ao olho humano.

www.cortada.com

HIDDEN SYMMETRIES IN GLASS WALLS

"Few objects are more beautiful than the minute siliceous cases of the diatomaceae: were these created that they might be examined and admired under the higher powers of the microscope? The beauty in this latter case, and in many others, is apparently wholly due to symmetry of growth"

Charles Darwin, On the Origin of Species, 6th ed., 1872

On the margins of the invisible, where science meets art, live diatoms: unicellular microalgae wrapped in delicate silica walls, shaped with a precision that rivals human geometry. Each cell is a natural masterpiece of architecture: a suspended fractal, a microscopic stained-glass window that silently refracts light. These almost ethereal organisms sustain life in aquatic ecosystems. They generate oxygen, fix atmospheric carbon and form the base of aquatic food webs. With their simple existence, they support the invisible balance of oceans and inland waters. They are the mineral memory of photosynthesis, transforming solar energy into structure, transparency and colour.

But diatoms are more than a biological phenomenon; they represent a singular beauty. In the repetition of their symmetries, in the delicacy of their patterns, they reveal a universal logic: that of form as an expression of function, of order emerging from molecular chaos. Observing them under the microscope is an act of scientific contemplation, where the researcher's gaze also becomes that of the artist. Their natural perfection helps assess ecosystem health, inspires nanotechnology, architecture, and sustainable design and awakens an aesthetic sensitivity that crosses disciplinary borders. It reminds us that art is inscribed in the very fabric of life and that beauty, when attentively observed, is also a form of knowledge.

Diatoms invite us to rethink the boundary between the visible, the invisible and the essential. On their microscopic scale, they reveal an aesthetic of function, a harmony that precedes human gesture. Between science and art, they suggest a new way of looking at the world, where every form, every pattern, every cell silently reminds us that nature's creativity remains the deepest of all inspirations.

THE EXHIBITION

This exhibition invites you to discover diatoms, microscopic organisms that sustain aquatic life across the planet. It brings us closer to the universe of diatoms through a journey across three spaces of the Farm (the Porch, the Barn and the Mill) that intersects science and art. Informative panels, advanced microscopy images, microscopic slides, scientific literature on display, and immersive experiences highlight their history, morphology and ecological importance, while exhibited works and installations reveal the inspiration they have given to scientists and artists for over a century. Visitors are also invited to create their own artwork through a phygital experience, arranging diatoms in an artistic composition that echoes a traditional practice while embracing a new ecological meaning. An invitation to look closely at what escapes our eyes.

PORCH

DIATOMS: WHAT THEY ARE, WHERE THEY ARE, RECORDS AND EVOLUTIONARY HISTORY

WHAT ARE DIATOMS?

Diatoms are small algae, invisible to the naked eye, composed of a single cell. They occur in different sizes, from 1 to 200 µm, although some species can reach up to ~2 mm in length. Some species form simple chains or colonies. They display highly varied shapes, sizes and surface patterns. They consist of an external cell wall called a frustule, which is rigid and composed mainly of amorphous hydrated silica (SiO2nH2O), with a chemical composition similar to opal.

WHERE THERE IS WATER, THERE ARE DIATOMS

Diatoms exist from spring to sea all over the planet. They are found in all aquatic ecosystems, such as the ocean, estuaries, rivers, lakes, marshes and ponds, like the one in Serralves. Ocean diatoms typically live in the water column (planktonic). Those from other environments live in biofilms that form on the bottom or on old submerged branches or leaves (benthic). They can also colonise humid aerial and terrestrial habitats, including soil, lichens, and epiphytic mosses, provided a humid environment is present.

Planktonic forms in open waters often depend on wind-driven turbulent mixing of the upper layers to remain suspended in sunlit surface waters. Some species actively regulate their buoyancy through intracellular lipid content to counteract sinking.

THE FIRST SCIENTIFIC RECORDS

Only after the invention of the microscope could we observe the hidden life of diatoms. The first known record dates back to 1703, but it was in the 19th century, with scientists like Christian Ehrenberg, that their study truly flourished. Ehrenberg drew in detail and classified hundreds of species, many from samples collected by Darwin himself. Because of the ability of some species to move, as well as the shapes and complexity of their outer wall, Ehrenberg and his contemporaries initially classified them as microscopic animals.

FOSSIL RECORD AND EVOLUTIONARY HISTORY

Diatoms have a remarkable fossil record. Frustules are relatively dense, causing them to sink or sediment easily. The silica in the frustule allows for their preservation over long periods after cell death. Over millions of years, frustules deposited and fossilised at the bottom of lakes, rivers and oceans. The deposition results in the formation of a biogenic sedimentary rock called diatomite.

It is estimated that diatoms emerged about 270 million years ago, with the first known findings dating back to the Cretaceous period. Their fossils provide a useful record for reconstructing past climates (paleoclimate).

More than 200 diatom genera are known, and it is estimated that there are at least 100,000 species. The combination of fossil records and molecular biology of current species has allowed the construction of a diatom tree of life. Although thousands of lineages exist in the tree of life, most current diversity is concentrated in a few groups that evolved and diversified rapidly.

Diatoms have developed a range of potentially useful features, such as vacuoles for nutrient storage, sensitivity or tolerance of changes in environmental conditions, formation of resting stages, ice-binding proteins, and a urea cycle.

BARN

DISCOVERING DIATOMS

In the barn and along its panels, we follow a journey of diatom discovery. We explore essential aspects of their life, from morphology, where their intricate shapes and ornamentations form the basis for species identification, initially through detailed drawings, to their reproduction and ecological functions. We highlight some of the earliest records, from pioneering studies by international and national researchers (timeline), up to a contemporary view of the diatoms found in Serralves Park using advanced microscopy techniques. Accompanying this journey, the Microscopic Giants installation amplifies the Park's invisible life.

MORPHOLOGY AND ECOLOGICAL FUNCTIONS

In general, two main groups of diatoms are distinguished: one consisting of species with radial symmetry (centric diatoms) and another consisting of species with bilateral symmetry (pennate diatoms). Regardless of the group, all share the same fundamental structure: the frustule.

The frustule is always composed of two valves, a slightly larger one fitting over the smaller one: the epitheca and the hypotheca. Because the wall is rigid, it requires girdle bands that join the valves and allow for some cell growth. Pennate diatoms may also possess a raphe, a longitudinal slit essential for locomotion. The frustule is covered with regular

patterns of pores, arranged with great geometric precision to optimise buoyancy, light capture and mechanical strength. This ornamentation also facilitates exchanges between the interior and exterior, helps form colonies with other cells, or contributes to defence against predators.

The intricate geometry forms the basis of diagnostic features for diatom species: general shape and symmetry; the presence, structure, and position of the raphe; the presence of areolae (valvar pores), striae (rows of pores), or slits; the shape and structure of the central area; and the arrangement of pores in the marginal area.

Internally, diatoms possess an organised nucleus enclosed by a nuclear membrane and specialised organelles: they are eukaryotic organisms. In addition to the nucleus, they also contain, among others, chloroplasts (essential for photosynthesis), the central vacuole, mitochondria (essential for respiration and metabolism) and lipid droplets.

Like plants, diatoms capture sunlight to produce their own matter from inorganic substances in a process called photosynthesis. In this process, they also consume water and carbon dioxide, releasing oxygen. Much of this oxygen is consumed within aquatic ecosystems themselves, sustaining their life. In Earth's geological past, this process was essential for shaping the atmosphere we know and breathe today.

Besides chlorophylls (photosynthesis), they contain other pigments, including carotenoids and xanthophylls, such as fucoxanthin (the most abundant), which gives them their brownish or olive-green colour and has a high antioxidant activity. The vacuole can occupy up to 90% of the internal cellular space. It accumulates chrysolaminarin (the reserve carbohydrate of these algae), nitrates, phosphates, calcium, and silica precursors, ensuring survival, buoyancy and cell division even during periods of nutrient scarcity. Furthermore, it acts in the osmotic regulation of the cell, controlling water flow to maintain the internal pressure and structural stability required. Lipid droplets are another main energy reserve of these cells, storing dense and long-lasting compounds such as polyunsaturated fatty acids, which include beneficial lipids like omega-3 and omega-6, and neutral lipids (triacylglycerols).

Thanks to these processes and their composition, diatoms form a vital basis of aquatic food webs, sustaining organisms from zooplankton to large predators in rivers, lakes, oceans and other aquatic ecosystems. It is estimated that they produce about 25% of the biomass that sustains these organisms. They also play a fundamental role in the biogeochemical cycles of silica, carbon, phosphorus and nitrogen. Around 20-25% of global carbon fixation is attributed to diatoms.

MOVEMENT AND REPRODUCTION

Although a large number of species are immobile, some are capable of moving in search for light and nutrients, to form and reorganise biofilms, colonise new substrates, and avoid predators and unfavourable conditions.

Diatoms may exhibit rotational movement or gliding. Rotational is typical of centric diatoms when suspended in the water column. Gliding occurs in diatoms with a raphe on one or both valves. It occurs through the secretion of mucopolysaccharides via the raphe, which sits between the substrate and the cell, forming a sort of adhesive track allowing gliding. Depending on the species and substrate, they can change direction, stop, restart and even reverse their movement direction. The average speed of this type of movement varies between 1 and 25 micrometres per second. Curiously, at the opposite end of the raphe, an intense process of endocytosis occurs, meaning vesicles form in the cell membrane to reabsorb, internalise and recycle part of the polysaccharides and membrane proteins used during movement.

Diatoms can reproduce asexually or sexually. Most of the time, they reproduce asexually via binary fission (mitosis): the frustule opens and the cell divides into two. Each "daughter" cell keeps one valve from the "mother" cell. From this, it builds a new half, always smaller, to complete the frustule. With each division, the cells become progressively smaller until they reach so small a size that they are no longer viable. This is where sexual reproduction comes in, triggered by size and/or environmental conditions. Generally, when conditions are favourable, cells undergo meiosis and produce haploid gametes. After fertilisation between two gametes, a diploid embryo forms that absorbs a large amount of water, transforming into a specialised, flexible cell without a silica wall, the auxospore. This continues to expand until it reaches its typical size, at which point silicification begins.

Globally, sexual reproduction creates genetic diversity and restores maximum cell size. Centric diatoms are oogamous, i.e. a specialised cell produces small, flagellated, and mobile sperm, and another produces a large, immobile oocyte (egg). The sperm swims to the egg and fertilises it. Pennate diatoms are isogamous, i.e. compatible cells align very close to each other, often within a layer of mucilage, and exchange identical, non-flagellated gametes.

DIATOMS IN THE HISTORY OF SCIENCE

Diatoms have captured the interest of scientists for more than three centuries. The books, microscope slides, illustrations and objects on display reveal different ways of studying them: as fossils that help us understand the past, as indicators of the quality of aquatic ecosystems, and as resources with applications in everyday life.

In the display case is the collection *Diatomées du monde entier*, by Tempère and Peragallo (Paris), dating from the late nineteenth century. Maurício and Frederico Peragallo, career military officers and diatom researchers, prepared the texts and illustrations, while J. Tempère produced the microscope slides. The collection brought together 625 slides from different parts of the world, derived mainly from fossil sediments and from marine and freshwater environments. The copy on display belongs to an edition published in Paris between 1889 and 1895.

Beside it is *Gisements fossiles à Furnas (Ile de S. Miguel)*, published in 1908 by Francisco Afonso Chaves (Colonel Afonso Chaves), a prominent figure in the scientific community of São Miguel and in Portuguese science more broadly. It is one of the earliest known works on fossil diatom records in Portugal. A retrospective exhibition titled Honouring Francisco Afonso Chaves (*Homenagear Francisco Afonso Chaves*), currently on display at the Carlos Machado Museum, Santa Bárbara site, celebrates his scientific and technological contributions and marks 2026 as the centenary of his death. Accompanying this work are some of Afonso Chaves's own diatom slides, sketches and drafts of correspondence with Georges Leuduger-Fortmorel, a nineteenth-century French scholar renowned for his work on these microalgae.

In 1946, Alfredo Andrade da Silva, an assistant at the Faculty of Sciences of the University of Porto, published *Diatomáceas fósseis de Portugal: jazigos de Rio-Maior, Óbidos e Alpiarça*, a reference work on Portuguese fossil deposits. He was known for his precise scientific illustrations, which he drew by observing the delicate silica structures of diatom shells. Andrade da Silva studied Portuguese deposits of diatomite formed in river and lake environments during the Cenozoic Era. Beside the book, visitors can see samples of diatomite from Rio Maior and absorbent coasters made from this material.

The most recent box contains 44 diatom slides collected in 2004 during the University of Porto's River Habitat Survey (RHS) campaigns, under the supervision of Professor Francisco Barreto Caldas. RHS is a method developed in the United Kingdom to characterise the physical structure of freshwater streams and rivers and assess the ecological quality of their habitats. In Portugal, it was used to characterise and monitor rivers as part of the implementation of the Water Framework Directive.

DIATOMS FROM SERRALVES UNDER THE MICROSCOPE

Finally, the photographs on display show diatoms collected from the aquatic ecosystems of Serralves Park. They were produced using two techniques: Differential Interference Contrast (DIC) microscopy, by Paula Sampaio, using a Zeiss Axio Imager Z1 microscope equipped with a Plan-Neofluar 100×/1.4 oil-immersion objective; and Scanning Electron Microscopy (SEM), by Rui Fernandes, using Zeiss Gemini 1- 360 and Phenom XL G2 Desktop microscopes. These techniques reveal intricate details of diatom shapes and silica structures.

MICROSCOPIC GIANTS INSTALLATION

Microscopic Giants begins by magnifying an invisible reality present in the aquatic ecosystems of Serralves Park. Diatoms collected from its Lake, Pond and pools are scaled up from the microscopic level to the size of the human body, revealing geometries, symmetries, and ornamentations that are usually invisible to the naked eye.

Materialized as paper sculptures, these structures establish an unexpected connection with the imagery of the "cabeçudos" (big-headed figures) of popular tradition. The analogy is not merely formal: through a radical change in scale, what belongs to the microscopic realm acquires presence, volume, and an almost performative dimension in space.

The installation develops from the relationship between the sculptures and a set of suspended mirrored planes. More than supports for reflection, the mirrors function as spatial devices: they fragment and multiply the forms, introduce different points of view and destabilise the perception of the space's physical boundaries.

Their suspension builds a kind of abstract aquatic plane, simultaneously a surface, a ceiling and a boundary, beneath which visitors are invited to move. Through reflections, transparencies, overlaps and suspended bodies, the installation seeks to evoke the condition of submersion and the visual density of an aquatic environment.

The experience thus results from an inversion of scales. Instead of observing the organism through the microscope, it is the visitor's body that metaphorically enters its field. The microscopic becomes architecture, and the exhibition space transforms into a territory of immersion, making perceptible a dimension of the ecosystem that, though permanently present, remains invisible.

Installation: Ana Maio
Sculptures: Sofia Ferreira

MICROSCOPIC GIANTS VIDEO INSTALLATION

The installation conveys a sense of wonder at the structures of diatoms: delicate geometries, transparencies and patterns that reveal an almost architectural complexity. Observing them in their natural habitat is like discovering a landscape within a landscape, where minute forms contribute to the construction of a living environment.

The video is the central element of this experience. Photographs of the ponds and lakes of Serralves Park are interwoven with microscopic images in a moving composition that recreates the dynamics of the aquatic ecosystem. Movement, overlapping images and transitions in scale give expression to the rhythms and relationships between organisms and their environment, creating a landscape in constant transformation.

Magnified to the scale of the visitors, the diatoms establish an apparent 1:1 relationship with the human body. This intention, reinforced by the structure of the concave wall, envelops the body and extends the video into the viewer's peripheral vision. The movement of the images, sound, light and reflections combine to evoke the depth, suspension and vitality of these habitats.

The diatoms emerge as the giant protagonists of the work: both through the scale they attain in relation to the visitor and through the importance of their presence in the ecosystems they inhabit.

Video installation / Concept: Ana Maio
Photography: Paula Sampaio and Rui Fernandes
Video mapping: Filipe Oliveira

MILL

APPLICATIONS AND INSPIRATION OF DIATOMS

In the Mill, we highlight the diverse applications of diatoms, both for their chemical composition and their complex external architecture. In ecological terms, one of the most recognised applications, used for over 100 years worldwide, is as bioindicators of the health of aquatic ecosystems. But their utility extends much further, inspiring industry and advanced technology. This same duality, composition and form, is also what made them objects of artistic contemplation. From the Victorian art of microscopic arrangements to contemporary compositions that transform them into glass sculptures or symbols of the climate crisis, diatoms continue to inspire artists who, just like scientists, look closely at these invisible beings to better understand and communicate the world around us.

INFORMATIVE PANELS

What do they tell us about ecosystem health?

The diversity and abundance of diatoms reflect the environment where they live, so their analysis allows us to assess the health of aquatic ecosystems. Each species reacts differently to water quality: some species are sensitive to pressures such as pollution and thermal stress, while others are tolerant, with populations capable of growing even under these conditions. These responses allow for the assessment of the ecosystem's status based on the presence and abundance of different species.

This process begins with collecting samples at different points of the ecosystem under study. The method varies according to the environment: in marine environments, fine-mesh nets are used (e.g. plankton nets); in freshwater ecosystems, the biofilm that forms on the bottom, on stones, leaves, or submerged branches, is collected with a pipette or a simple toothbrush. The samples are then chemically treated (oxidation) to remove all organic matter, leaving only the frustules. These are mounted between a slide and a coverslip in a medium with a high refractive index suitable for silica, and observed under the microscope to identify the species and count the abundance of each species. This information is used to calculate system quality indices.

In the Park, we found a combination of sensitive and tolerant species. In recent years, the Park's historic water system underwent two major interventions to improve water supply and sustainability for its inhabitants. Consequently, its artificial ecosystems (e.g. water mirrors, lake) are still in a phase of reinstallation and maturation. In new ecosystems, where environmental conditions present greater fluctuations and instability (e.g. nutrient levels, temperature), the diatoms that first colonise and proliferate are environmentally tolerant, opportunistic and fast-growing.

OTHER APPLICATIONS

Their silica composition and structure have raised great scientific and

industrial interest. Traditionally, diatomaceous earth (or diatomite) has been used to filter water and other liquids, as a thermal and acoustic insulator, as an abrasive for cleaning and polishing materials, and as a natural insecticide.

More recently, applications in human health and well-being stand out. Fucoxanthin, carotenoids and lipids are of high interest to the pharmaceutical and supplement industries due to their antioxidant and anti-inflammatory properties, forming the basis of pharmaceutical and nutraceutical products. Their frustules have also been used in the pharmaceutical industry and biomedicine, where their porous structure allows for the transport and controlled release of medicines in the body.

Diatoms are also explored as biofuels (biodiesel) through the natural oils they produce. Also in green energy production, the nanometric organisation of silica and pores in diatoms functions as a natural photonic crystal that maximises light capture. This structure has inspired the design of new, thinner and more efficient solar cells and panels (which better capture solar radiation) and ultra-thin optical sensors.

Their microstructure is an inspiration for biomimetic science, which draws inspiration from nature to create new technological solutions. The ratio between the lightness of the frustule and its mechanical resistance to strong pressures (thanks to its silica trabeculae and ribs) has served as a model for design in various areas. From these natural patterns, lightweight and highly resistant materials have been developed for aeronautics, 3D printing of tiny structures for filters and sensors, and even new ways of constructing more resistant and ecologically efficient buildings and architectural infrastructures.

MICROSCOPIC ARRANGEMENTS AND ARTISTIC CREATION

THE VICTORIAN ART OF DIATOM ARRANGEMENTS BY KLAUS KEMP

In the Victorian era, microscopists began arranging diatoms into geometric patterns beneath microscope slides, uniting the rigour of science with aesthetic expression. Klaus Kemp was one of the last great masters of this discipline, and the creator of the most complex arrangements known.

To create his arrangements, Kemp devoted decades to perfecting an intricate technique: gathering, cleaning and arranging tiny frustules of glassy silica into geometric, kaleidoscopic patterns invisible to the naked eye. The complexity of his work is extraordinary. Using custom-made tools of surgical precision and an adhesive that took eight years to formulate, Kemp manipulated structures measured in micrometres to create perfect rosettes and mandalas beneath the microscope slide. The beauty of these compositions lies in the singular interplay between silica and refracted light, which gives rise to vibrant colours and fascinating textures. On display, we see some examples of his arrangements.

KLAUS KEMP (1937–2022)

Klaus Kemp discovered the Victorian art of diatom arrangement at the age of 16. Self-taught, he spent years researching and experimenting, seeking to recover the methods of the early microscopists at a time when very little information was available about their techniques.

His work earned wide international recognition. Celebrated in the acclaimed documentary The Diatomist (2014) and honoured posthumously by digital art studios, Kemp left an invaluable legacy: a collection of unique diatoms, which makes for an excellent research archive and is now held at the Natural History Museum in London and at a German institution. Several diatom species have been named in his honour, immortalising his crucial role in preserving one of the planet's most delicate art forms.

Although he rejected the title of artist, preferring to see his compositions as an exercise in order and geometric precision, Kemp became a leading figure of this almost vanished tradition. He keeps alive a rare craft and invites us to discover, beyond the scientific dimension of diatoms, the extraordinary beauty of nature's smallest forms.

www.isdr.org

THE GLASS DIATOMS OF LUKE JERRAM

The British artist Luke Jerram achieved global acclaim with his celebrated Glass Microbiology series, and in particular with the impressive installation Microcosmos (2023), dedicated exclusively to diatoms. Intersecting scientific knowledge with glass-moulding mastery, Jerram collaborated with scientists from British universities to replicate three-dimensionally

the experience of observing these microorganisms under a microscope.

The complexity of his work lies in the seamless transition of scales and technologies to create these cast glass sculptures, which are three-dimensional magnifications about 1000 times larger than actual algae. Jerram used high-precision 3D-printed moulds into which he poured glowing molten glass, then sculpted the final details over a flame. The beauty of these pieces rests on their absolute crystalline transparency. Jerram celebrates the nature of diatoms, which are unique beings on the planet with houses made of pure glass (opaline silica).

International recognition for this work is vast. Exhibited in world-reference museums, his sculptures transcend decorative art, being used by scientists and ecologists to warn about the vital role of phytoplankton in Earth's climate health.

LUKE JERRAM

Luke Jerram's multidisciplinary practice involves the creation of sculptures, installations and live art projects. Living in the UK, but working internationally since 1997, Jerram has created a number of extraordinary art projects which have excited and inspired people around the world. Since his career began Jerram has had almost 1,000 exhibitions.

Jerram is known worldwide for his large-scale public engagement artworks that capture the public's imagination. Experienced by more than 40 million people worldwide, his 'Museum of the Moon' artwork has toured India with the British Council, been presented at the Commonwealth Games in Australia and was exhibited in Aarhus, Denmark for the European Capital of Culture.

www.lukejerram.com

AT THE FRONTIER BETWEEN SCIENCE, ART AND COMMUNICATION WITH XAVIER CORTADA

"A diatom glass shell is a talisman." —
Xavier Cortada, The Art of Diatoms, 2022

Xavier Cortada was commissioned to create two new digital artworks for the exhibition. Collectively titled Diatoms of Serralves, the works draw on diatom species found in Serralves Park , and from the dialogue between science, art and communication. Cortada's task was to take these and build it into something monumental, translating a single organism, no larger than the width of a human hair, into a wall-sized digital projection. Each work focuses on a single diatom species, addressing a different face of the same environmental threat and to make the invisible impossible to ignore: what happens to living systems when water gets too hot?

Sentinela (*Navicula lanceolata,* Serralves) takes the form of a radial, circular mandala: one diatom repeated from its own structure until it fills the frame. The mandala unfolds in soft cream, white, and teal, set against a field of deep water-blue. Its title borrows a term from ecology: a sentinel species is one whose distress serves as an early warning

of danger to everything downstream, including us. *Navicula lanceolata* thrives in cold, clean, oxygen-rich water and has almost no tolerance for abrupt warming; its populations collapse, rather than decline, when temperatures shift.

Limiar (*Achnanthidium minutissimum*, Serralves) — Portuguese for threshold — stacks four copies of a single diatom vertically, reading like a thermometer or a gauge, the colour shifting from yellow-green at the base to deep red at the top. *Achnanthidium minutissimum* is among the most adaptable, most widely distributed diatoms on Earth — able to survive in nearly any condition, until sustained temperatures of 25 to 30 degrees Celsius push it past its limit. Traced across the piece is NASA's own global surface temperature record, tracking planetary warming since 1880, built directly into the composition.

This project arrives at a specific moment. This summer, Europe endured a succession of record-breaking heat waves, with temperatures exceeding 40°C repeatedly. Hundreds of people, across multiple countries, drowned trying to cool off in rivers, lakes, and canals not built or supervised for that purpose. Cortada has spoken about wanting this work to sit inside that reality directly — not as abstraction, not as forecast, but as a record of what is already happening to the water we depend on, told through the organisms that have no choice but to register it.

This project, like all the exhibition, offers as a way of giving a broad public an entry point into science many of them would otherwise never encounter. Diatoms are common. They are essential. And they are, for almost everyone, entirely invisible. This project exists to change that, for the length of a exhibition, and for as long afterward as the two pieces stay in memory.

XAVIER CORTADA

Xavier Cortada is a Cuban-American artist and member of the Florida Artists Hall of Fame whose interdisciplinary practice bridges art, science and civic engagement. A pioneer of ecological art in Miami, Cortada uses art to engage communities with complex environmental issues and encourage reflection and action, particularly on climate change, sea-level rise and biodiversity loss. Over the past three decades, he has created more than 150 public artworks, installations and participatory projects, including works developed at both the North and South Poles. In 2024, he received the Excellence in Science Communications Award from the National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine in recognition of his work connecting scientific knowledge with public engagement.

Collaboration with scientists is central to Cortada's practice, enabling him to translate research into public experiences that inspire action. His interest in diatoms arose through collaborations with the Long-Term Ecological Research programme in the Florida Coastal Everglades, exploring how these microscopic organisms can help communities understand climate change and rising salinity. This research inspired 'The Diatom Realm', an evolving

body of public art spread across Florida, including large-scale ceramic installations and public artworks that bring diatoms into everyday spaces. Through works such as ‘Diatoms of the Florida Everglades’ (2017) and ‘Just Below the Surface’, which is based on diatoms preserved in dated sedimentary cores, Cortada forges a link between microscopic life and the history of landscapes and communities, revealing ecological changes that often remain invisible to the human eye.

www.cortada.com

VISITAS PARA ESCOLAS
TOURS FOR SCHOOLS

Sujeitas a marcação, com uma antecedência mínima de 15 dias. Para mais informações e marcações, contactar (2ª a 6ª feira, 10h – 13h e 14h30 – 17h)

Minimum two-week advance booking is required. For further information and booking, please contact (Monday to Friday, 10 am – 1 pm and 2:30 pm – 5 pm)

Anabela Silva: a.silva@serralves.pt
Tel. (linha direta direct line**): 226 156 500**
Tel: 226 156 519
Chamadas para a rede fixa nacional. Calls to the national landline network.
Marcações online em Online booking at **www.serralves.pt**

LOJA SHOP

Uma referência nas áreas do design, onde pode adquirir também uma recordação da sua visita.

A leading retail outlet for the areas of design, where you can purchase a souvenir to remind you of your visit.

loja.online@serralves.pt
www.loja.serralves.pt

LIVRARIA BOOKSHOP

Um espaço por excelência para todos os amantes da leitura.

The perfect place for all book lovers.

BAR

Onde pode fazer uma pausa, acompanhada de um almoço rápido ou um lanche, logo após a visita às exposições.

In the Bar of Serralves Auditorium you can take a break, with a quick lunch or snack, after visiting the exhibitions.

RESTAURANTE RESTAURANT

Desfrute de um vasto número de iguarias e deixe-se contagiar pelo ambiente que se faz viver com uma das mais belas vistas para o Parque.

Enjoy a wide range of delicacies and allow yourself to be captivated by the environment associated with one of the most beautiful views over the Park.

restaurante.serralves@ibersol.pt

CASA DE CHÁ TEAHOUSE

O local ideal para a sua pausa do ritmo citadino ou para o descanso de uma visita pelo Parque.

The ideal place to take a break from the bustling city or rest during a visit to the Park.

INFORMAÇÕES E HORÁRIOS:
INFORMATIONS AND OPENING HOURS:

www.serralves.pt/visitar-serralves

Fundação de Serralves
Rua D. João de Castro, 210
4150-417 Porto — Portugal

serralves@serralves.pt

Linha geral General lines:
(+351) 808 200 543
(+351) 226 156 500

Chamadas para a rede fixa nacional.
Calls to the national landline network.

www.serralves.pt
/fundacao_serralves
/fundacaoserralves
/fundacaoserralves
/serralves

Apoio Institucional
Institutional Support

Parceiro
Partner

No âmbito de
As part of

Mecenas do Parque
Sponsor of the Park

OUT 2026