

Artesãos do Século XXI: Poderá a Química ligar-se à Arte?

Experiências com cristais inspiradas pelo mar.

Clementina Teixeira, Professora Aposentada do Instituto Superior Técnico,
Universidade de Lisboa.

clementina.teixeira.chemistry@gmail.com



1.Introdução

Pediram-me um pequeno artigo sobre o meu trabalho de Ciência e Arte, num contexto de ligação ao mar. Não foi tarefa fácil, pois ao pensar nele várias coisas me ocorrem: as praias de que gosto, cheias de declives, rochas e piscinas naturais, com todos os seres vivos que albergam, das algas aos pequenos peixes e moluscos; a grande variedade de conchas que lá posso encontrar, bem como os arenitos, conglomerados, rochas artificiais ou vidros esculpidos pela força das ondas; os achados que encontro, muitas peças metálicas enferrujadas por força da corrosão; a água do mar, que pela sua salinidade contém muitas das substâncias que são a matéria prima para os meus cristais de cultura (Fig.1, Tabela I); os poluentes que infelizmente abundam, tais como os metais pesados, entre eles o mercúrio e principalmente os plásticos, uma das grandes preocupações ambientais da atualidade.

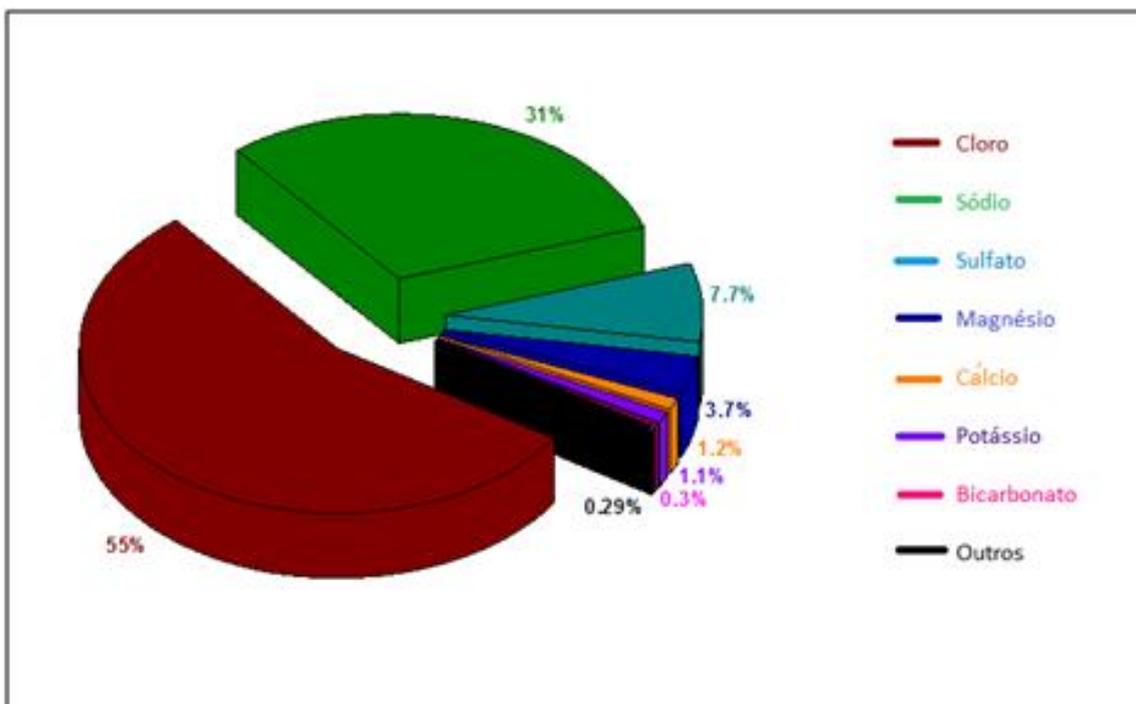


Figura 1 – Elementos que existem na água do mar formando sais e suas percentagens relativas à salinidade total, 35g de sais para um Kg de água. Gráfico de [RoxannyHelen](#), 2015 [1].

Tabela I- Composição química dos sais existentes na água do mar [1]

Íão	Símbolo	Concentração (g/kg)	Proporção (%)
Cloreto	Cl ⁻	19,3529	55,056
Sódio	Na ⁺	10,7838	30,678
Sulfato	SO ₄ ²⁻	2,7124	7,716
Magnésio	Mg ²⁺	1,2837	3,652
Cálcio	Ca ²⁺	0,4121	1,172
Potássio	K ⁺	0,3991	1,135
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	0,1070	0,304
Brometo	Br ⁻	0,0672	0,191
Carbonato	CO ₃ ²⁻	0,0161	0,046
Estrôncio	Sr ²⁺	0,0079	0,022
Borato	B(OH) ₄ ⁻	0,0079	0,022
Fluoreto	F ⁻	0,0013	0,004
Total		35,1514	100,000

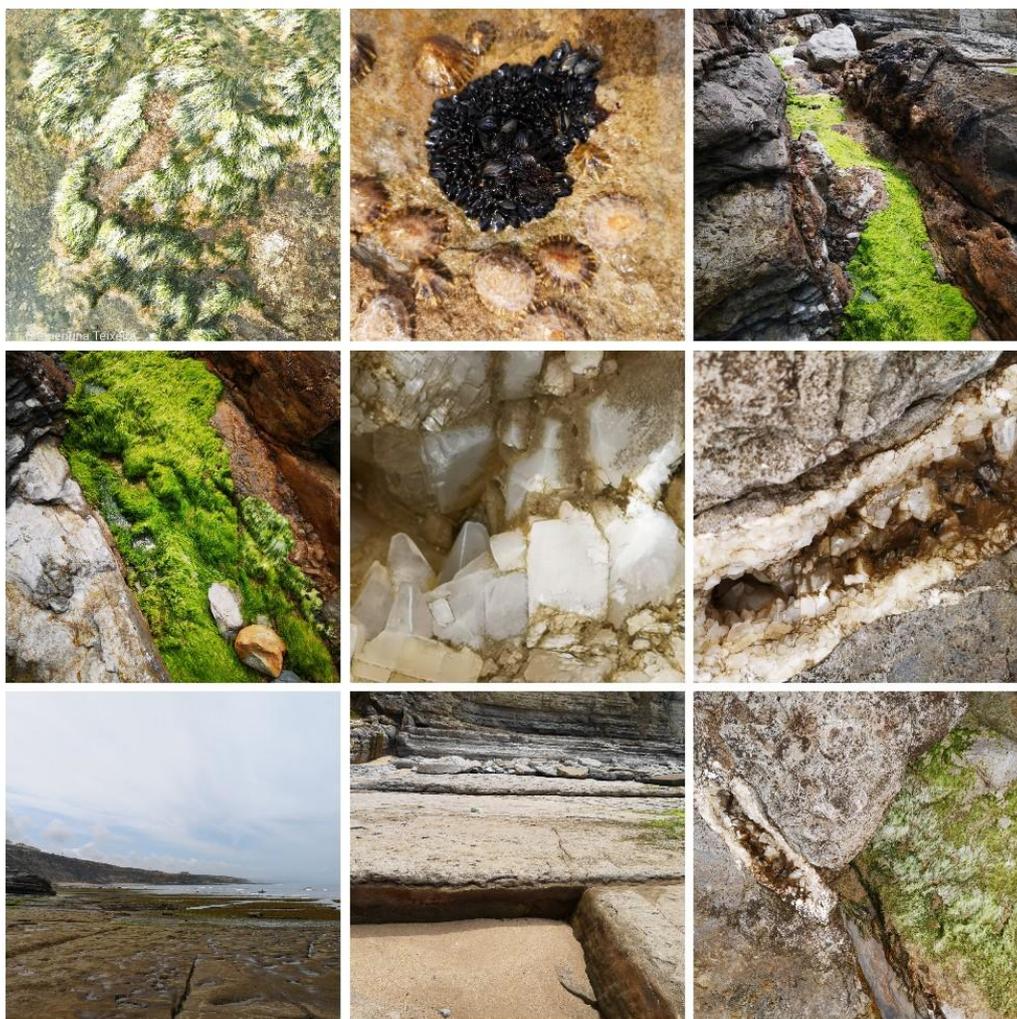


Figura 2 – Percorrendo a costa no Oeste, praia de Ribeira d’Ilhas, uma fonte de inspiração para um cientista. Lapas, mexilhões, algas, geodes de calcite incrustadas numa muralha rochosa e uma infinidade de conchas e pedras trabalhadas pelo mar [2].

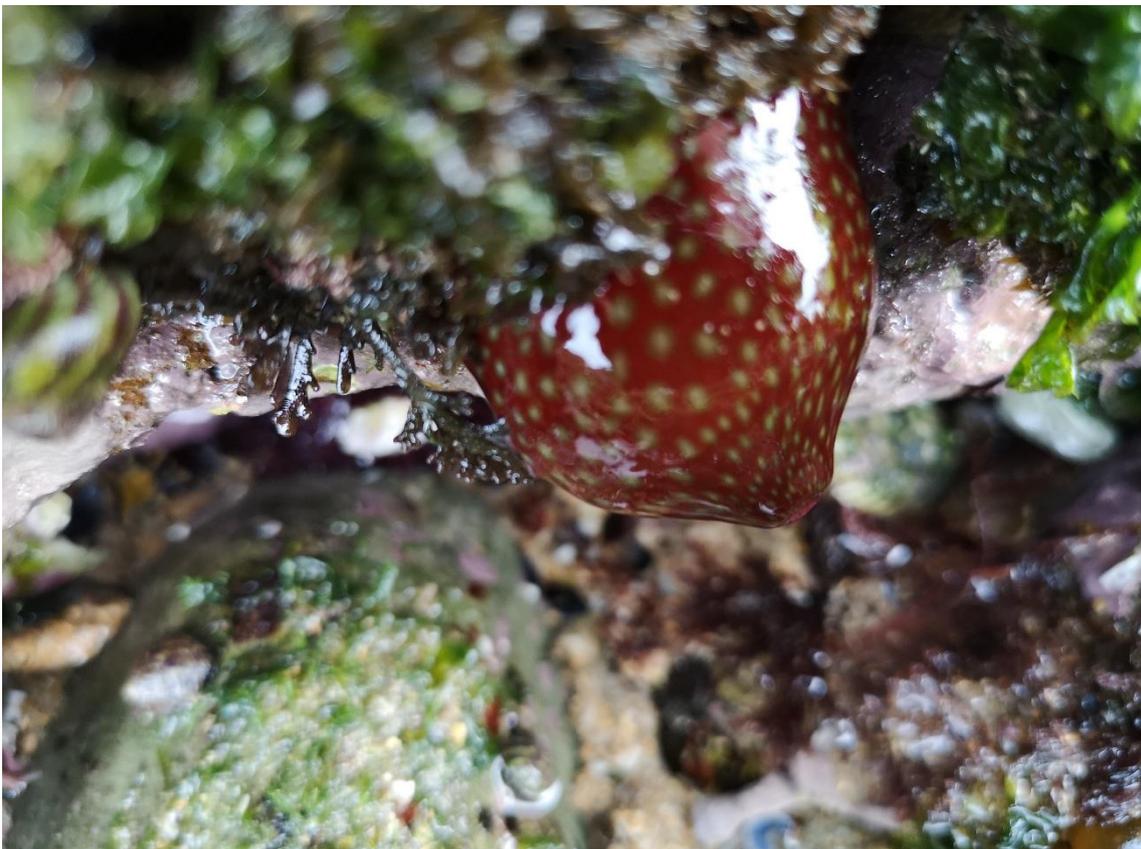


Figura 3 – Percorrendo a costa no Oeste, praia de Ribeira d’Ilhas [2]. Com tantas algas a quantidade de iodo nesta praia deve ser muito elevada. Anémonas e Morango-do-mar.

Será pois respeitando estas diretrizes que irei descrever as três componentes deste texto, em cada alínea tentando fazer a ponte entre o meu trabalho científico e a Arte: a) o que podemos encontrar nas praias tais como rochas, conchas e metais que sejam úteis para o crescimento de cristais em laboratório, Fig.4; b) quais os cristais de compostos inorgânicos que podemos cristalizar, em laboratório, com os iões presentes na água do mar, e de que modo, criativo, os podemos ligar à Tabela Periódica dos Elementos e à Arte; c) como poderemos contribuir para minorar a poluição dos oceanos, principalmente ao nível dos plásticos e fibras têxteis poluentes, que até no sal de cozinha nos aparecem, na forma de microplásticos, entrando na nossa cadeia alimentar.



Figura 4 – Rochas artificiais esculpidas pelo mar (Portinho da Arrábida, 1998) e uma concha de Múrice [3]. Muitas destas rochas das praias são colhidas para a decoração de aquários. Passear por estas regiões à beira mar para a recolha de pedras/conchas tornará o passeio ainda mais aliciante.

Estes exemplares são suportes rugosos para crescimento de cristais em laboratório, método “On the Rocks”. Os conjuntos dos cristais químicos com o(s) suporte(s) podem ser considerados como esculturas, e caso sejam interessantes do ponto de vista estético podem ser considerados como obras de Arte [4].

2. Crescimento de cristais “On the Rocks”, estimulado por superfícies rugosas encontradas nas praias

Sempre tive uma grande ligação ao mar, talvez porque nasci e cresci junto à costa, o que sem dúvida marcou a minha infância e adolescência. O que nele mais me encanta é a sua diversidade e constante mutação: além do óbvio prazer de relaxar ao sol e de nadar, adoro partir à descoberta dos seres que o habitam, das rochas, conchas, minerais e resíduos metálicos corroídos devolvidos às praias e que aos meus olhos mais parecem obras de arte esculpidas pela Natureza, Fig.2-4. Nesse regresso à infância, passada junto ao Rio Minho, às praias de Moledo e à Ínsua, agora tão distantes para mim, redescubro com prazer os seres que se escondem nas rochas, os peixes, crustáceos, algas e anémonas, Fig.3 e chego à conclusão de que deveria ter estudado mais esses assuntos [2]. Penso que tudo o que vi potenciou o meu sentido estético e isso refletiu-se no meu trabalho de divulgação científica, muito marcado por essa tendência - descobrir a beleza na Química e ligá-la ao que convencionalmente se designa por Arte [4]. Foi em grande parte nas suas praias e zonas rochosas que encontrei os materiais necessários ao crescimento de cristais inorgânicos por nucleação heterogénea, o método designado por “On the Rocks” [5,6]: muitos compostos químicos, principalmente os inorgânicos, em soluções aquosas sobressaturadas, têm o crescimento dos seus cristais estimulado por superfícies rugosas, como as que se encontram nas rochas, conchas e metais que se encontram nas praias. Estes suportes que se introduzem nas soluções proporcionam, com as suas irregularidades, pontos de abrigo para os núcleos cristalinos, aumentando a velocidade do seu crescimento [5]. Mas também podem reagir com as soluções, numa espécie de atração química, competindo com o processo principal e formando fases com composições químicas diversas. São sobretudo essas reações e interações que constituem um desafio de interpretação, por vezes muito difícil e também extraordinariamente criativo, principalmente pela sua estética e imprevisibilidade, muito próxima do processo artístico. Para interpretar estas reações, precisamos da Química Inorgânica e de coordenação a um nível mais avançado (universitário) e que infelizmente parece estar a perder adeptos ao nível do ensino no nosso País. Eventualmente algumas destas reações/interações serão muito importantes no futuro, no campo da Geologia e, por exemplo, nos processos de descontaminação de terrenos antigamente ocupados por atividades de extração de minérios, contaminação de águas de explorações a céu aberto desativadas, etc. Nesta publicação mostram-se vários exemplos deste tipo de interação de compostos químicos

com diversas conchas do mar, que ao serem apresentados em algumas escolas imediatamente foram integrados em conteúdos de divulgação colaborativa de Ciência e Arte, o que nos levou a quebrar as barreiras entre estes dois domínios, em benefício de todos os que participaram no projeto que aí decorreu, a exposição Artesãos do Século XXI com curadoria de Gabriela Boavida, Escola de S. Bruno em Caxias [7-9]. Alguns dos resultados deste projeto com a Escola de São Bruno foram divulgados na rede social Facebook [10].

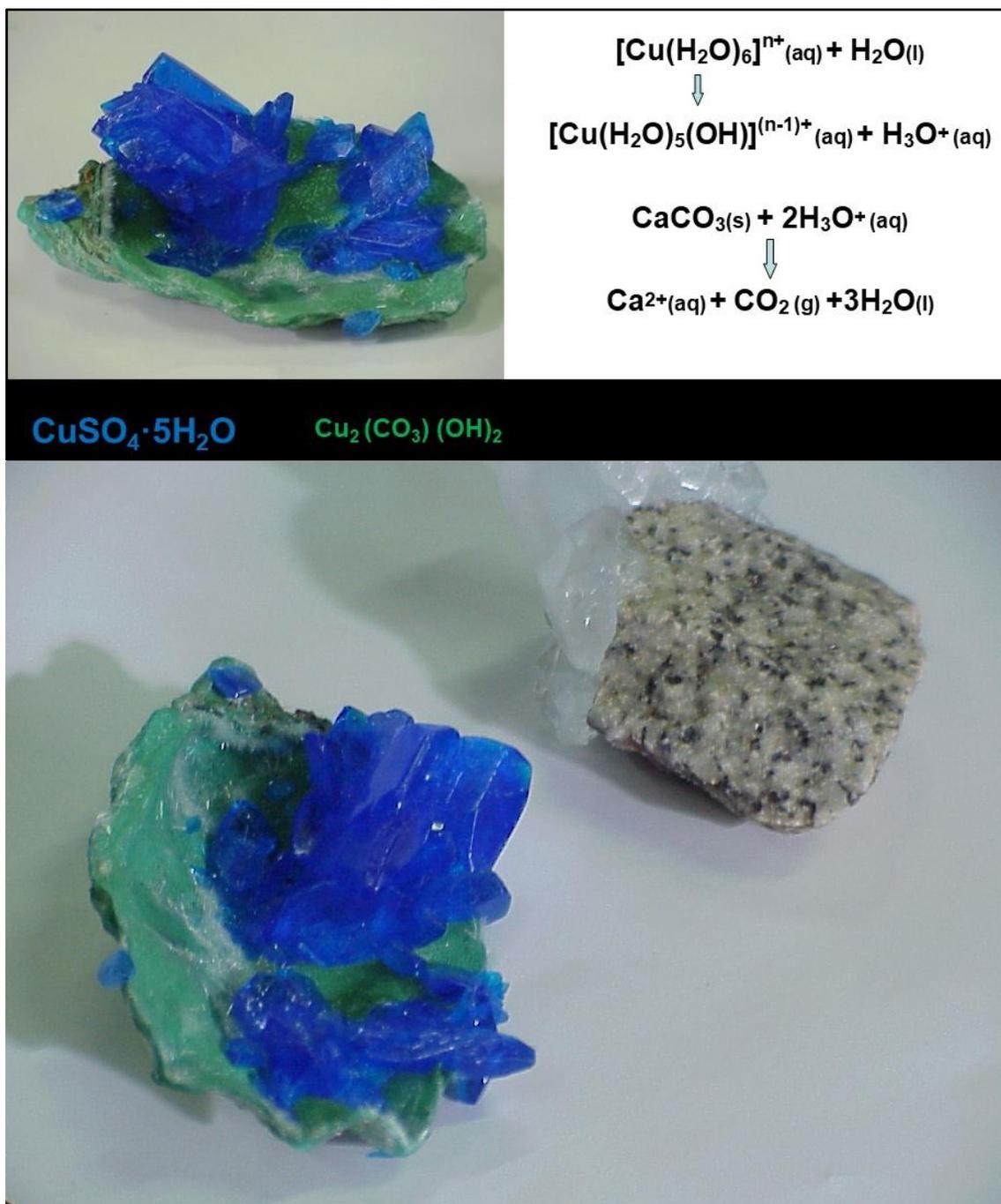


Figura 5 – Sulfato de cobre pentahidratado, CuSO₄·5H₂O em casca de ostra da Ria Formosa recoberta de microcristais verdes e incolores, devido à reação secundária do carbonato de cálcio da sua constituição com a solução ácida de sulfato de cobre, como se explica no texto e no esquema da figura. Preparado e

fotografado por Cristina Fernandes, FOCO, 2000. Se juntarmos várias cascas de ostras com cristais de cores diferentes poderemos, ao apresentá-los todos juntos, criar peças equiparáveis a obras de Arte. Na segunda foto aparece também um composto com cristais brancos em granito (não identificado).



A Legend in its time: Love your curves and all your edges, all your perfect imperfections.

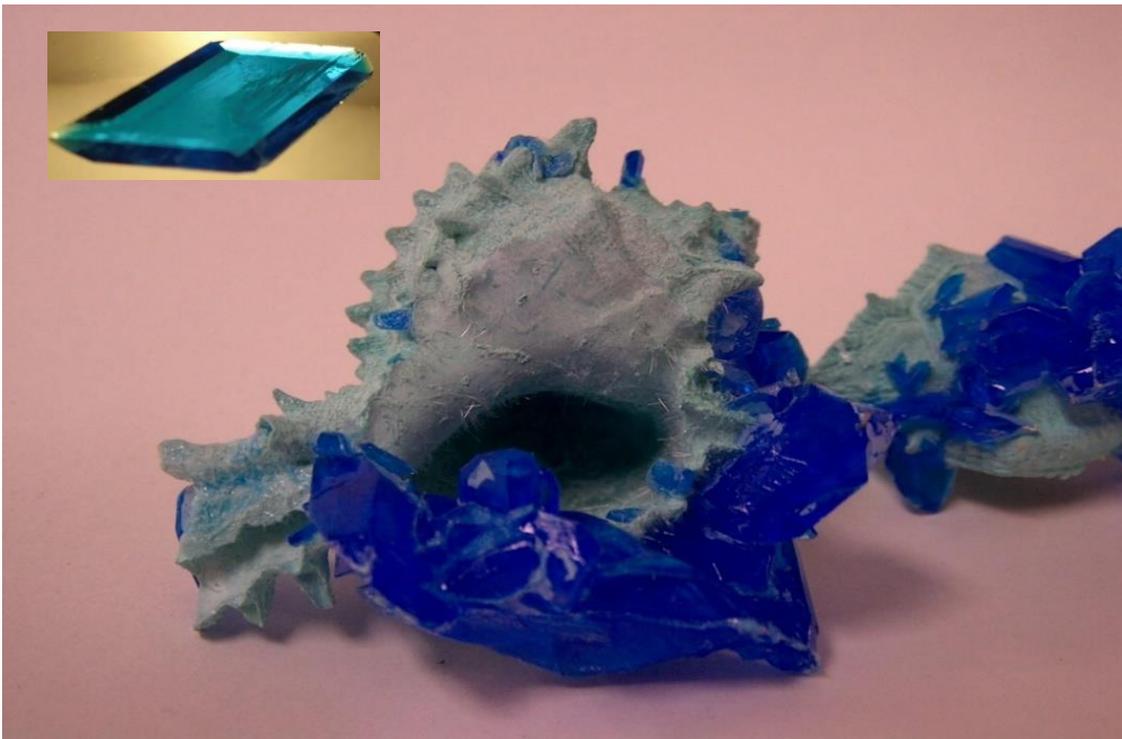


Figura 6- Crescimento de cristais de sulfato de cobre pentahidratado numa concha de coleção, em cima, e em baixo, num múrice e numa outra concha apanhada numa praia [11-13]. Na mesma figura pode-se observar um cristal tabular observado à lupa estereoscópica com uma ampliação original de 10x, preparação de Gonçalo Santos [14].

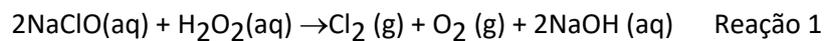
Em solução o sulfato de cobre pentahidratado apresenta-se na forma iónica $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$, um ião octaédrico com seis moléculas de água coordenadas como ligandos e que atua como um ácido de Brønsted, acidificando fortemente as soluções (concentração de soluto de 50 a 56 g/100 mL de água, para a preparação destes cristais a partir do granulado comercial). O carbonato de cálcio da casca, básico, é fortemente atacado, formando compostos de Ca^{2+} (sulfato de cálcio, hidratado, provavelmente) e libertando dióxido de carbono. Os sais de cálcio formam frequentemente microcristais incolores, misturados com microcristais verdes de carbonato básico de cobre, com fórmula apresentada a verde, na mesma figura, e que foi identificado por difração de raios X de pós. Na Fig. 6 mostram-se mais dois exemplos com uma concha de coleção, em cima, toda ela coberta de uma finíssima camada verde resultante da mesma reação [11,12] e em abaixo, um Múrice nas mesmas condições [13]. Nesta figura mostra-se ainda um cristal de sulfato de cobre tabular, obtido em caixa de Petri por evaporação isotérmica do solvente (água), em repouso, e posteriormente observado à lupa estereoscópica com uma ampliação de cerca de 10x [14]: a forma do recipiente onde se faz a cristalização influencia o hábito final, pois como é intuitivo, numa placa de Petri baixinha os cristais não dispõem de espaço para crescer em altura. A classificação das conchas usadas no projeto nem sempre foi possível, o que poderá implicar uma incursão na área da Malacologia e até sugerir uma visita às imensas coleções museológicas do IST (Museus de Geociências do IST).

Os exemplares das Figs.5, 6, com cristais de sulfato de cobre pentahidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, fizeram parte de um projeto de fotografia científica (macro), com estudos de sombras/cristais, feito por Cristina Fernandes, professora de Educação Visual. Os resultados foram excelentes e uma outra professora, Cristina Fontoura Carvalhão, da mesma turma de formação de professores (FOCO 2000) dedicou-se à pintura dos exemplares obtidos, numa coleção de quadros posteriormente cedidos ao IST e há vários anos integrados na coleção museológica do Departamento de Engenharia Química (Átrio da Torre Sul, Arte "On the Rocks") [15,16]. Esta última abordagem foi a primeira ligação Ciência e Arte deste projeto. O tema da fotografia científica continua integrado no projeto.

Cuidados a ter na limpeza de conchas

Recordo-me de um passeio à beira mar, em Cacela, junto a um restaurante que involuntariamente cedeu o seu "lixo" para o meu projeto, as cascas das ostras e búzios que aí abundavam aleatoriamente empilhadas (eufemismo!). Resolvi aproveitá-las e quimicamente transformá-las em pequenas esculturas insólitas, como as das Fig.5,6, com cristais multicolores, também para firmar a natureza química do conjunto, trabalhado pelo Homem, e que deixou de

certa forma de ser apenas um mineral biogénico, pois cristais tão grandes e coloridos não aparecem na Natureza. Estes suportes deram muito trabalho em termos de limpeza, para retirar odores e restos dos moluscos/algas e tiveram mesmo que ser lavados com o ingrediente da moda, a lixívia de hipoclorito de sódio, NaClO, uma solução de um sal proveniente de uma base clorada, ClO⁻, e que é ao mesmo tempo um oxidante poderoso, muito popular como desinfetante, e que alguns, mas nem todos, sabem o que é... A limpeza a nível industrial, nas empresas que trabalham com conchas, pode ser vista na Fig.7, com libertação de grandes quantidades de cloro, Cl₂, gás tóxico, resultante da redução do hipoclorito, reação 1. Por isso mesmo o tratamento deve ser feito em local devidamente arejado ou em hotte.



Nesse processo de limpeza também comecei por usar vinagre, ingrediente que contém ácido acético, consciente de que poderia minorar o odor vindo dos resíduos dos moluscos e algas e até contribuir para os destruir antes de aplicar a lixívia. Mas este ácido também é muito agressivo para a casca, constituída por carbonato de cálcio, despoletando uma reação de ácido-base. Neste caso o uso do vinagre não é crítico, com todas as camadas que existem nas cascas. No entanto, se usássemos um coral como suporte, já seria mais complicado, pois a estrutura é muito mais frágil. Particularmente as soluções de alúmen de potássio, também usado no método “On the Rocks”, são muito agressivas como ácidos e podem destruir completamente os suportes. Em matéria de limpeza, convém distinguir os químicos que atuam como ácidos/bases e os que atuam como oxidantes/redutores, e todos sabemos o quão importante isso se tornou no nosso quotidiano (apesar de continuar a haver pessoas que acham que podem destruir o Sarscov-2 com vinagre de vinho!).

3. Padrões decorativos para impressão

Depois de apanhar tantas conchas, arenitos e outras rochas nos passeios pela praia, são necessários sacos para as transportar. Para isso, o projeto Artesãos do Século XXI [8] inclui a ligação ao design, criando padrões decorativos para a impressão em pano, ilustrados nas Figs.8-12, construídos por simetrias de reflexão, translação e fotomanipulação, a partir de uma faixa da fotografia da ostra da Fig.5, em cima. No primeiro exemplo, Fig.8, este motivo é repetido por simetria de translação, formando um friso. No segundo exemplo o friso é aumentado e duplicado, no terceiro exemplo sofre uma pequena rotação e corte e no quarto, é feita uma isometria por simetria de reflexão, formando uma espécie de “pinheiro”. Este passa a ser então o motivo, que por simetria de translação permite obter a última composição gráfica.



Figura 7 – Lavagem de conchas em tanques de lixívia, em localidade perto do Cabo Espichel, 1998. Alguns exemplares de conchas vendidas em feiras de colecionismo são de espécies protegidas, pelo que o seu uso deve ser evitado.

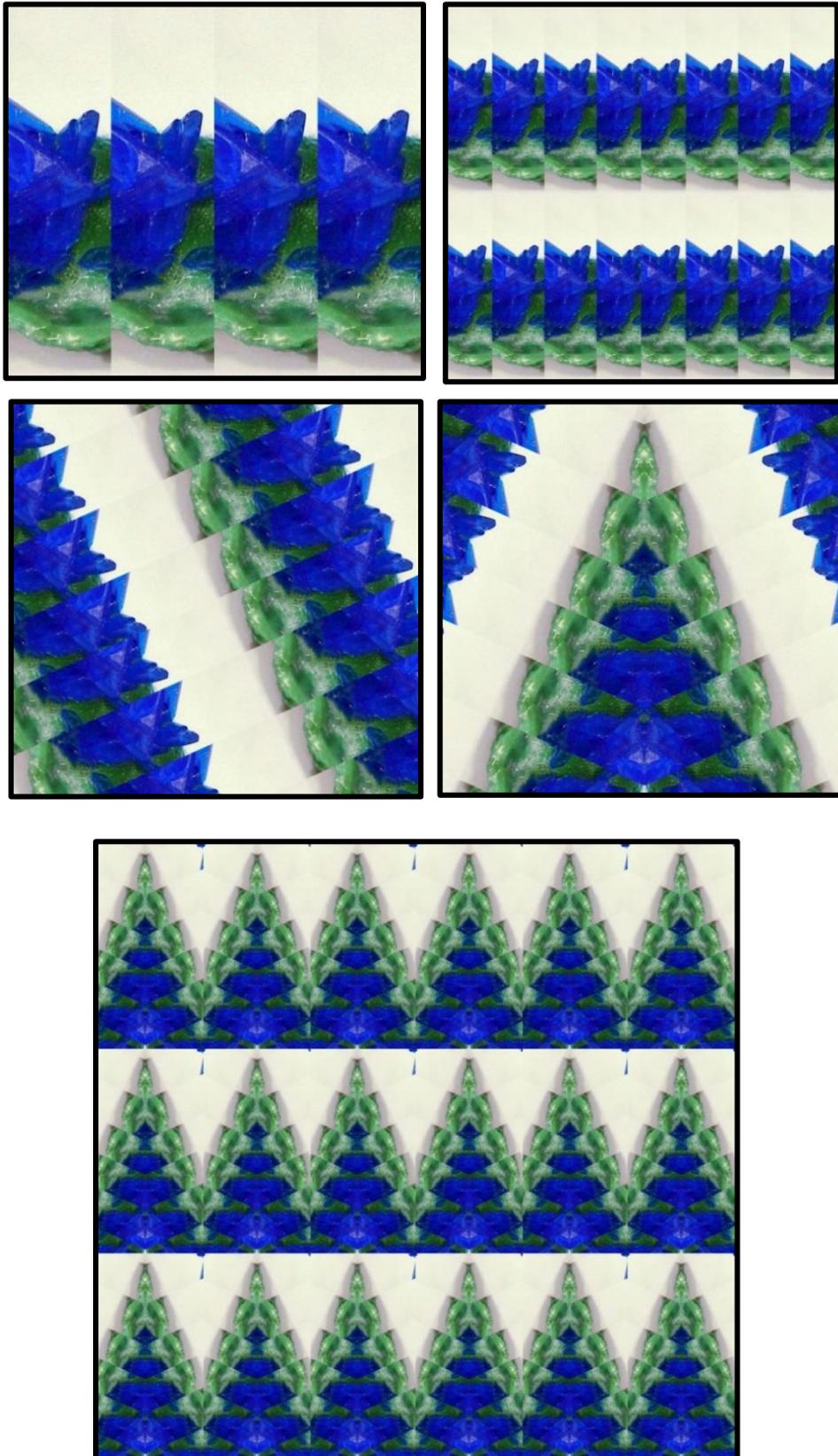


Figura 8 – Ligação ao Design e à simetria: padrões químicos construídos a partir da fotografia do sulfato de cobre numa casca de ostra, Fig.5. O último padrão foi inspirado nas árvores de Natal e serviu de cartão de Boas Festas em 2019. Estes padrões químicos são também uma boa aposta para máscaras sociais.

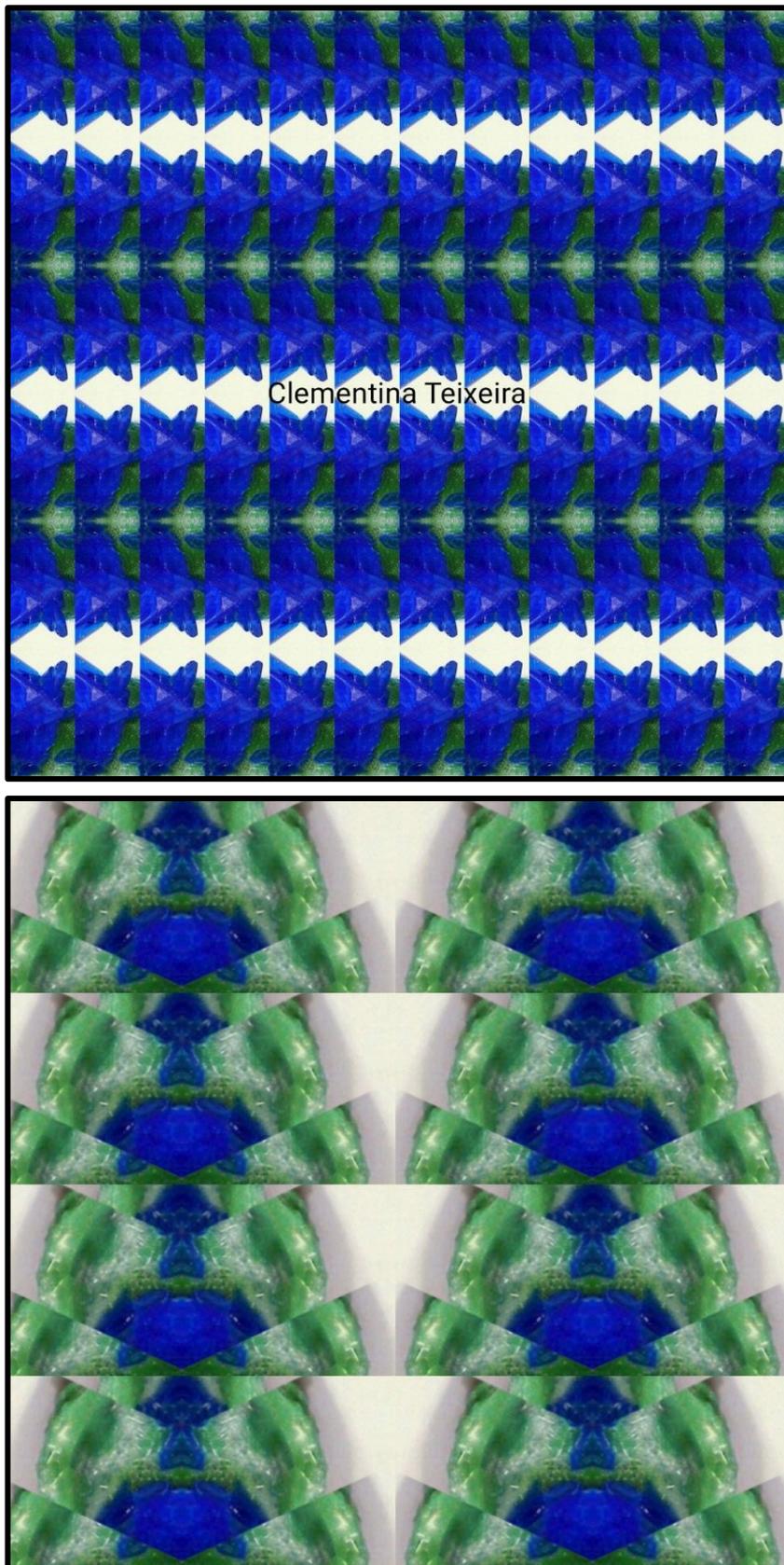


Figura 9– Ligação ao Design e à simetria: padrões químicos construídos a partir da fotografia do sulfato de cobre numa casca de ostra, Fig.5. Simetrias de reflexão e de translação [16].

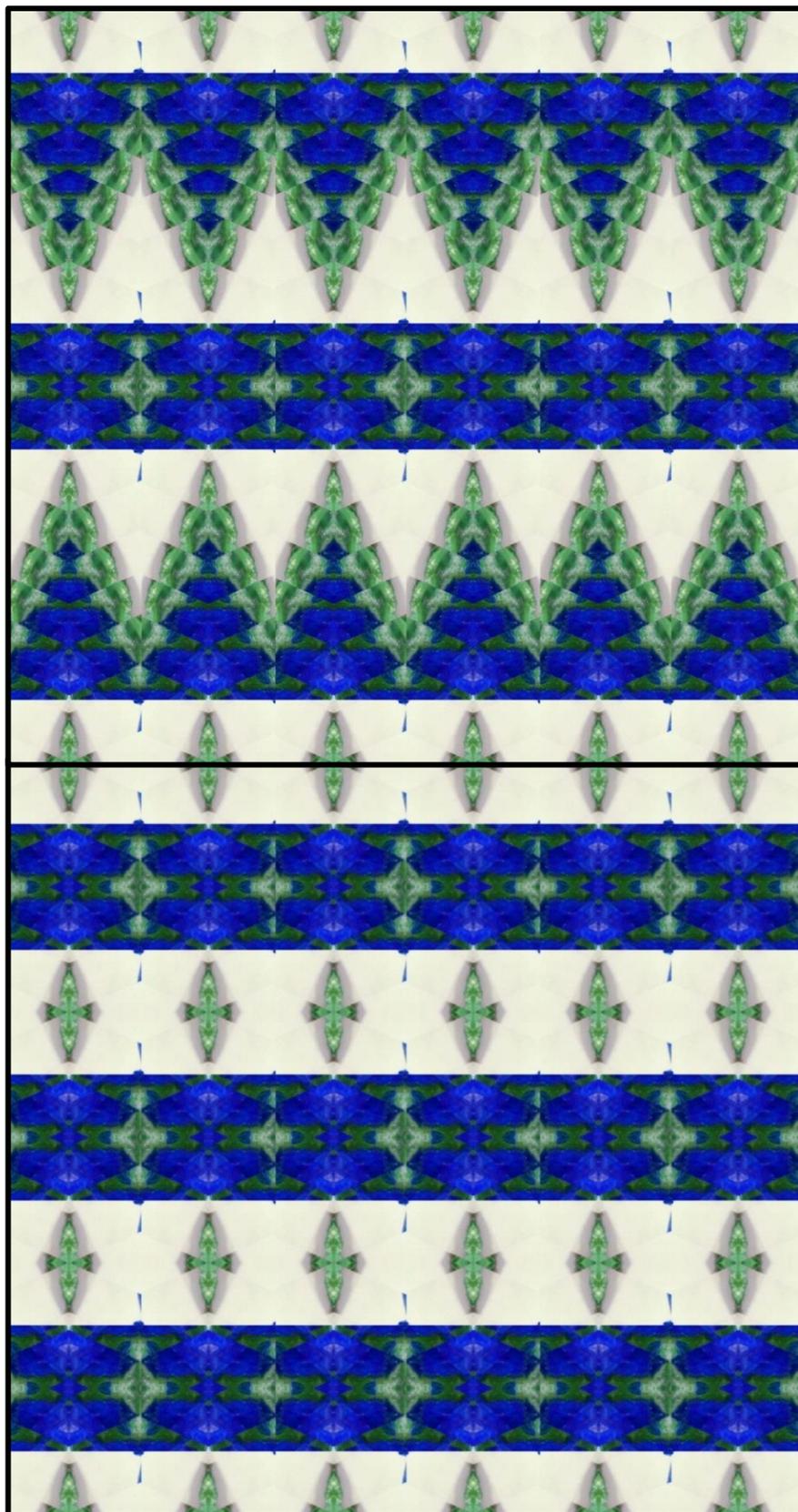


Figura 10 – Composição gráfica construída a partir da fotografia do sulfato de cobre numa casca de ostra, Fig.5, por fotomanipulação, simetrias de translação e reflexão sucessivas [16].

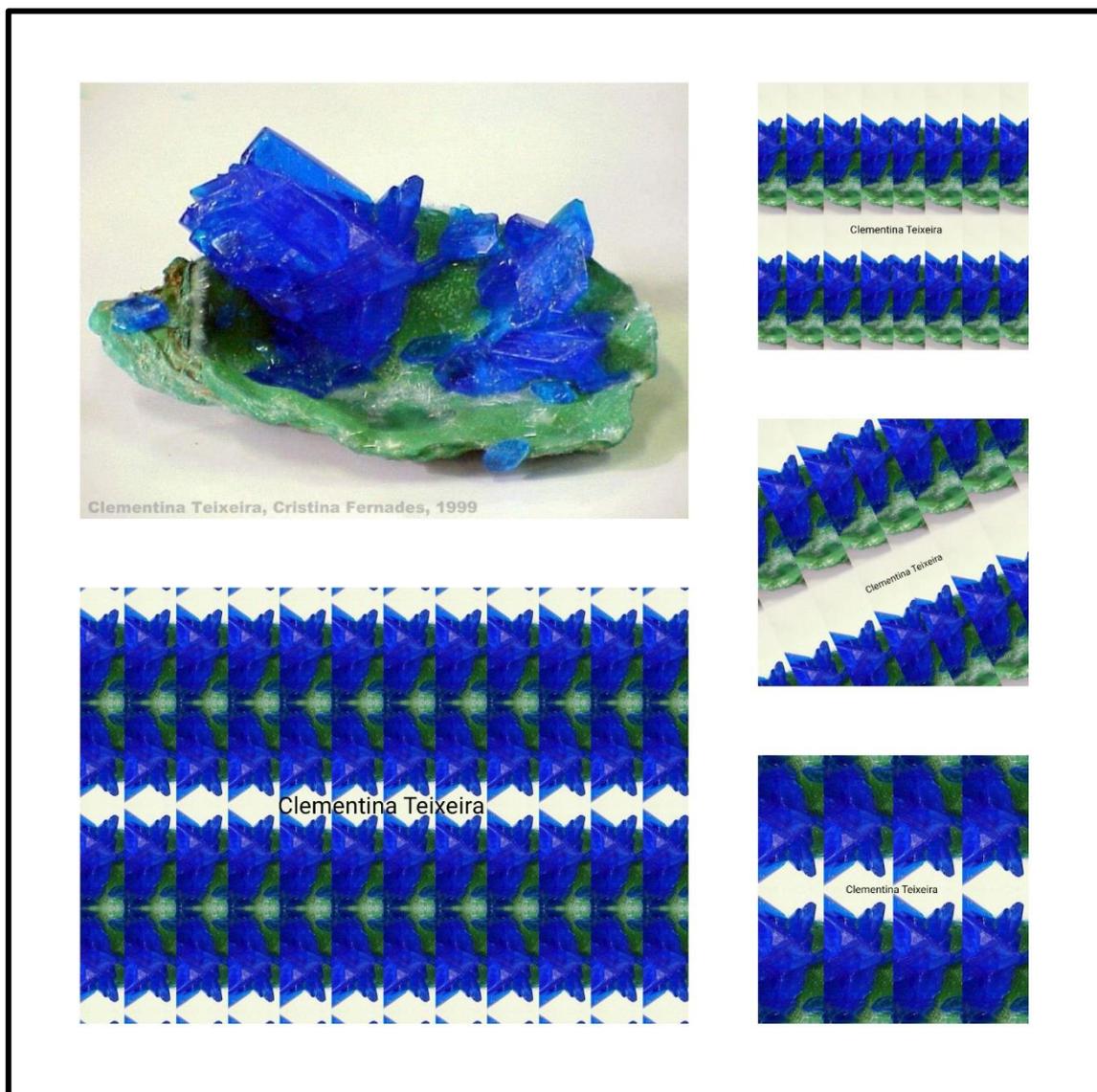


Figura 11 – Composições gráficas expeditas feitas em segundos com aplicações para telemóveis [16]. Imagem de partida na Fig.5.

Estes padrões químicos têm sido largamente divulgados em Congressos, em exposições nas Escolas e nas redes sociais, com óbvia ligação ao Design e Simetria e neste caso envolvendo a Química. Existem muitas aplicações de design grátis para telemóveis que permitem fazer montagens em segundos, o mesmo acontecendo com animações em gif, e vídeos [16]. Outros exemplos de construção gráfica usando programas divulgados na área da Matemática podem ser vistos na Fig. 13. A classificação das simetrias destes padrões poderá implicar uma colaboração com Professores de Matemática ou de Geologia, mais familiarizados com a nomenclatura em vigor para simetrias no plano, com frisos, rosáceas e os 17 padrões clássicos das matérias de simetria dos programas pré-universitários [15-18].

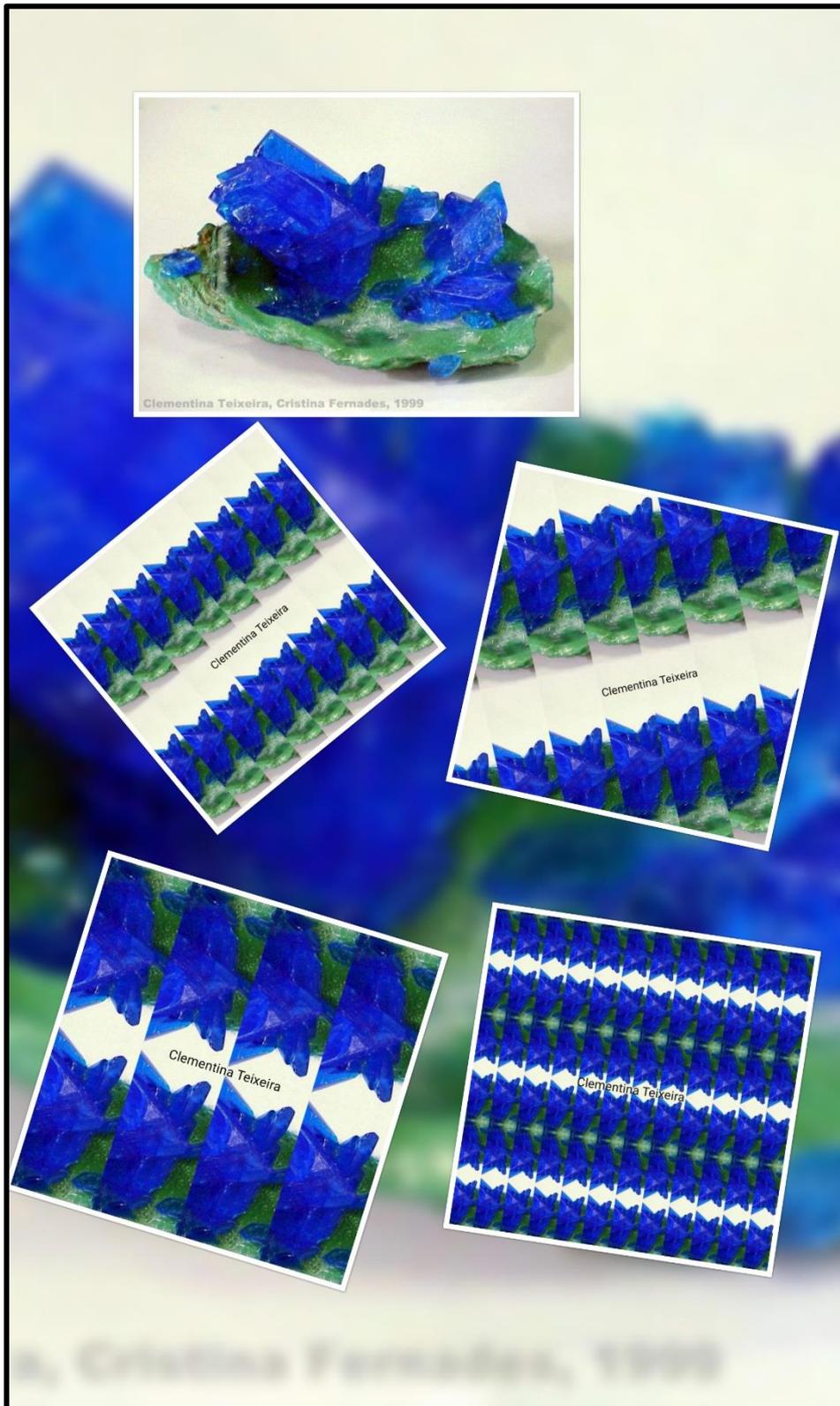


Figura 12 – Composições gráficas expeditas, com aspeto muito agradável, feitas em segundos com aplicações para telemóveis [15-18]. Imagem de partida na Fig.5.

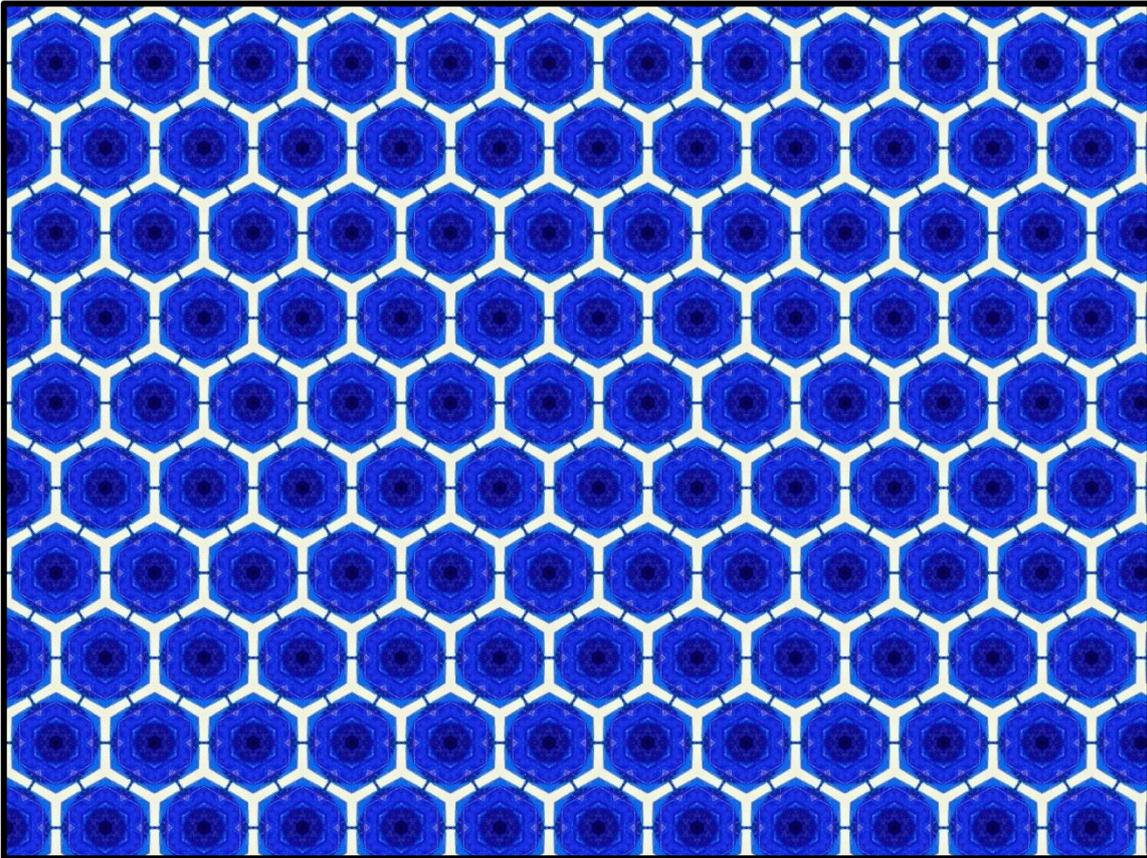
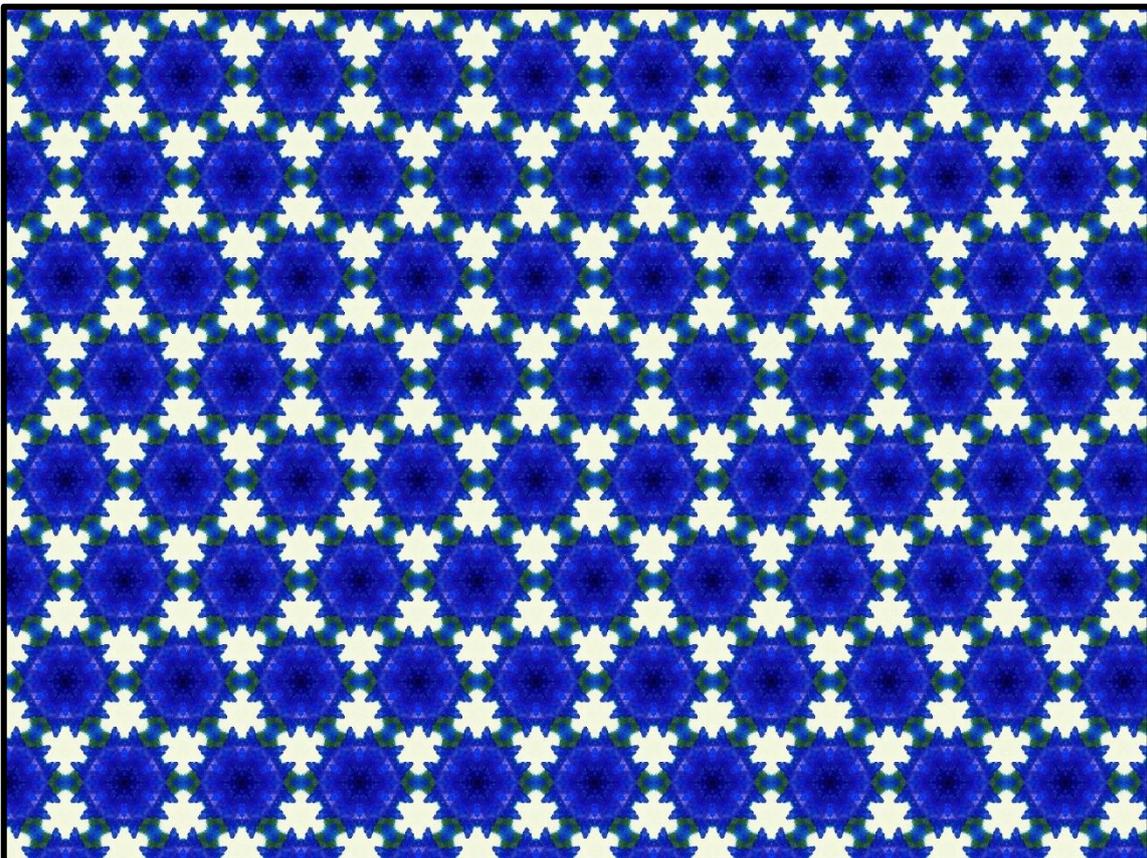
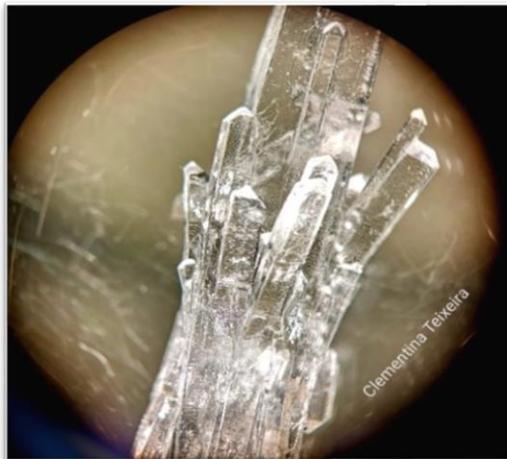


Figura 13- Padrões $p6m$, feitos pelo programa GeCla, da Associação Atractor, a partir de uma secção da ostra com cristais da Fig.5 [16-18].



4. Outros Compostos “On the Rocks” e ligação à Tabela Periódica de Keith Enevoldsen

Algumas substâncias inorgânicas revelaram um crescimento cristalino muito rápido em presença de determinados substratos, o que pode ser justificado pelo estabelecimento de ligações secundárias por pontes de hidrogénio entre o soluto e o suporte rugoso [12, 19]. Esse efeito aparece sobretudo nos sais iónicos hidratados, simples e duplos e em alguns compostos anidros que também podem formar esse tipo de ligação. Tal é o caso do sulfato de cobre pentahidratado em presença de granito, o que também acontece com o dihidrogenofosfato de amónio, $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$, designado por ADP (ammonium dihydrogen phosphate). Este último composto, do sistema tetragonal, pode apresentar vários hábitos cristalinos que dependem do suporte usado no crescimento, bem como da presença em solução de modificadores de hábito [5,20]. Os catiões trivalentes de cromo, ferro e alumínio, provocam a formação de cristais aciculares, por vezes da grossura de um cabelo (whiskers, traduzido por bigodes) enquanto que por adição de carbonatos (carbonato de sódio), ou por cristalização em arenitos e conchas, com carbonato de cálcio na sua composição, assume o hábito de prisma + pirâmide, Figs.14,15. O arenito esculpido pelo mar, na Fig.14, ostenta cristais de ADP que parecem quartzo hialino e tem sido usado como imitação deste mineral: este composto, juntamente com o alúmen de potássio, integra os kits-brinquedo de crescimento de cristais, podendo ser dopado com corantes alimentares para imitar minerais, Figs.15, 16, o que traz vantagens do ponto de vista de toxicidade, atendendo a que os coloridos compostos dos metais de transição (Co, Cr, Ni, e até Cu, etc.) são quase todos tóxicos, Fig.17. Durante o Ano Internacional da Tabela Periódica 2019, o ADP foi escolhido para a construção de fichas representativas do elemento fósforo, baseadas na Tabela Periódica de Keith Enevoldsen [9]. O composto isoestrutural de potássio, KDP, apresenta as mesmas propriedades, mas o seu crescimento em laboratório não é tão aparatoso e rápido [5]. Creio não errar se disser que o segredo do crescimento está associado ao anião dihidrogenofosfato, por isso mesmo se escolheu o ADP para representar o fósforo na Tabela Periódica em 2019. Estes compostos são muito importantes em optoelectrónica, têm propriedades óticas de interesse tecnológico e o ADP apresenta piezoelectricidade (geração de corrente eléctrica por efeito do aumento da pressão). A par do crescimento de cristais em suportes rugosos a observação à lupa estereoscópica tem sido também uma componente principal deste projeto, sempre presente, Figs. 14-16. As fotomicrografias também têm sido largamente utilizadas no design de padrões decorativos.



<p>P \square \star 15 Phosphorus</p>  <p>Bones</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>P Phosphorus 15 glowing white waxy solid (also red and black forms); bones, DNA, energy-storing phosphates (ATP), fertilizer, acids, detergent, matches</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>
---	--

Keith Enevoldsen, elements.wlonk.com

Figura 14 – ADP em arenito esculpido pelo mar, com hábito prisma + pirâmide tetragonal, imitação de quartzo hialino [11]. Lupa estereoscópica, 10x e fichas de Keith Enevoldsen para o fósforo [9].



Figura 15 – ADP, $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$, cristalizado numa concha de Múrice, na primeira gravura, com um hábito característico de prisma/pirâmide [20]. A amostra apresenta vestígios de corante alimentar vermelho, Ponceau 4R, oclusão de corantes em cristais incolores: a retenção das águas-mães da cristalização no cristal é uma técnica usada nos kits de crescimento de cristais para imitar minerais evitando substâncias nocivas. Em baixo, observação à lupa estereoscópica, 10x. Amostras muito antigas, preservadas ao abrigo da luz, pó e humidade. Este corante degrada-se com muita facilidade. Preparação de Ana Sofia Ferreira.



Figura 16 – ADP, $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$, amostra da Fig. 15, evidenciando a oclusão do corante na rede cristalina, hábito prisma + pirâmide. Lupa estereoscópica, 10x [20]. Amostra com cerca de 18 anos!



Figura 17– Mais exemplos de cristais “on the rocks” com conchas marinhas como substratos. Em cima, os múrices com cristais vermelho-sangue de um sal de Tutton, $(\text{NH}_4)_2\text{Co}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, sulfato de cobalto e amónio hexahidratado, também designado por schönite de cobalto, sistema monoclinico. Em cima e atrás, outro sal de Tutton, de cobre, com a mesma estequiometria, também em concha, que de igual forma aparece esverdeada, como se explicou em relação aos compostos de cobre nas Figs.5, 6.

Muito interessante ainda é o caso do sal de Rochelle, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, tartarato de sódio e potássio tetrahidratado, o qual forma cristais enormes em cascas de ostras, Fig. 18 [5]. Estes cristais, do sistema ortorrômbicos, não são nocivos, também são sensíveis a modificadores do hábito cristalino (adição de sulfato de cobre) e apresentam piezoelectricidade, além de também possuírem propriedades óticas de interesse tecnológico. Os compostos anidros não têm este

comportamento, como se verifica com o cloreto de sódio e o ferricianeto de potássio, o que vem reforçar esta hipótese das pontes de hidrogénio soluto-suporte [12,19].



Figura 18– Tartarato de sódio e potássio tetrahidratado, em casca de ostra, sistema ortorrômbico [5].

5. Cientistas e Artistas.

A divulgação do projeto no Facebook, a partir de 2012/2013 foi determinante na ligação à Arte [9,17,18, 21-24]. Confesso que nos primeiros tempos de aposentação, fase que os psicólogos apelidam de maníaca, o fascínio pela Arte contemporânea, design e fotografia artística era tal, que a Química em parte ficou para trás, embora eu idealizasse fazer uma ligação Ciência-Arte mais ambiciosa, colaborando diretamente com artistas ainda ativos. E foi nesta rede que conheci alguns de renome internacional, cujas obras poderiam fazer a ponte para os meus trabalhos de Ciência, Fig.19. Assim se concretizou o projeto de Ciência e Arte com os pintores holandeses Poen de Wijs (1948-2014, agora a título póstumo) e Jantina Peperkamp, com várias



Figura 19 – Em cima, a obra Shells and Stones, pintura a óleo de Poen de Wijs, é a escolha óbvia para se ligar aos cristais químicos de sais de Tutton “On the Rocks” que cresceram sobre um Múrice, em laboratório [25]. Em baixo, “Memories of the Brittany Coast, aguarela de 1982, recorda-me os meus passeios pela praia, noutros preparos e carregada de sacos (!) para a colheita de suportes. Estas imagens foram divulgadas no Pinterest por John Vijlbrief e em 2013 na rede social Facebook por mim e Poen [26], antes de ele falecer de cancro a 25 de Agosto de 2014.

publicações/apresentações em congressos, e uma tertúlia de seguidores a nível internacional que nos acompanhavam com grande interesse, vindos de áreas culturais diversas (música, bailado, teatro, circo, poesia) pois Poen era um erudito e antes de ter enveredado pela pintura foi músico. Nas figuras que se seguem, até ao final desta publicação, a Arte de De Wijs com temáticas relativas ao mar facilitou a ponte para a Química dos cristais “On the Rocks”, tendo em comum as conchas, arenitos e outras rochas apanhadas nas praias.

Nas Fig. 19 e 20, os cristais de sais de Tutton que recobrem o Múrice resultaram de uma reciclagem de soluções destes sais duplos isoestruturais de potássio, amónio, contendo Mg, Zn e pequenas quantidades de Co, Ni e Cu, pelo que a sua composição exata não é conhecida. São, na realidade, soluções sólidas do sistema monoclinico, do tipo $(\text{NH}_4)_2\text{Mg}_x\text{Co}_y\text{Zn}_{1-x-y}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, com o catião amónio por vezes substituído pelo potássio, o mesmo acontecendo com os restantes metais bivalentes (sais antigamente designados por schönites) [25]. Estas reciclagens, também feitas em placas de Petri por evaporação isotérmica em repouso, aquilo a que muitas vezes chamo o meu lixo, podem gerar micropaisagens lindíssimas quando observadas à lupa estereoscópica, Fig.21. Muitas destas fotomicrografias podem, sem desprimor, ser equiparadas à Arte abstrata, como uma provocação, dado que são muito “concretas” e a sua interpretação exige conhecimentos de química sobre soluções sólidas, solubilidade de hidratos de sais inorgânicos e outras matérias que infelizmente caíram no esquecimento.

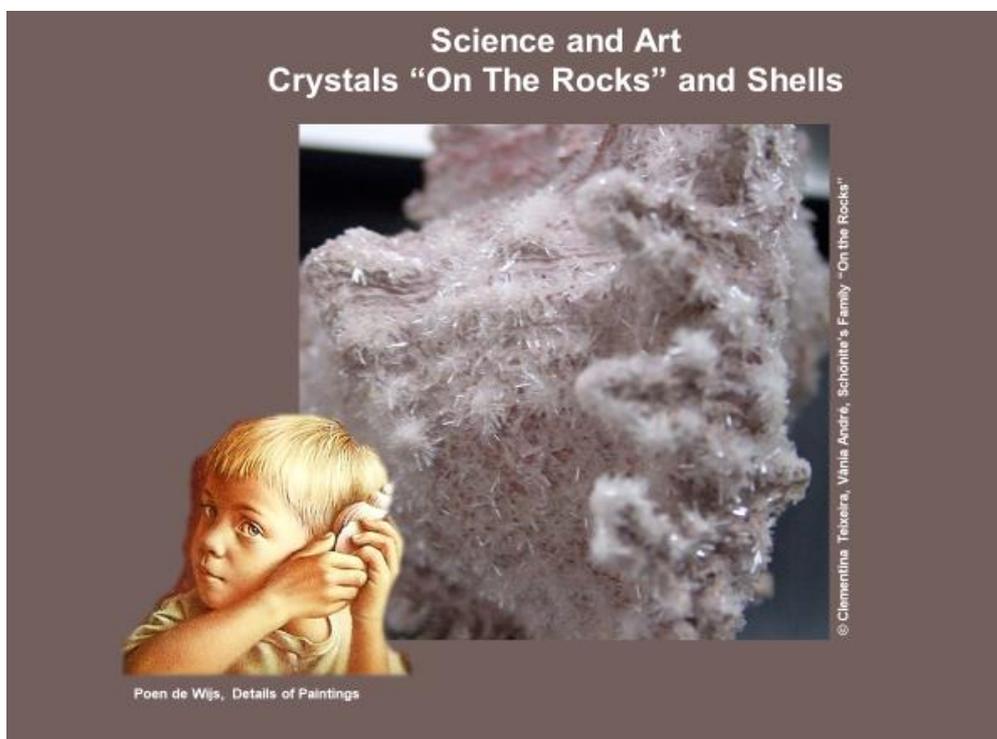


Figura 20 – Reciclagem de soluções de sais de Tutton em Múrice e ligação à obra de Poen De Wijs, um detalhe de uma pintura, Fig. 22, com uma criança “a escutar o mar” num búzio, temática recorrente na obra deste autor [26].

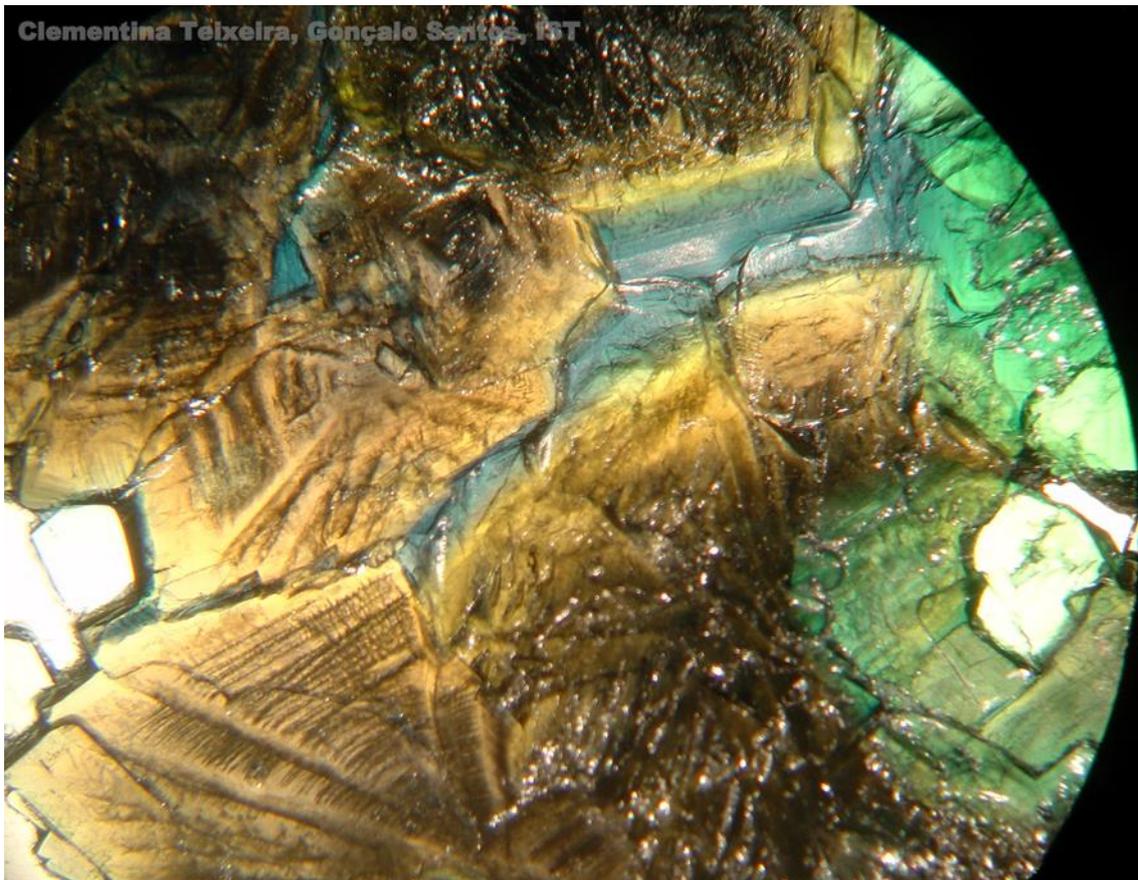
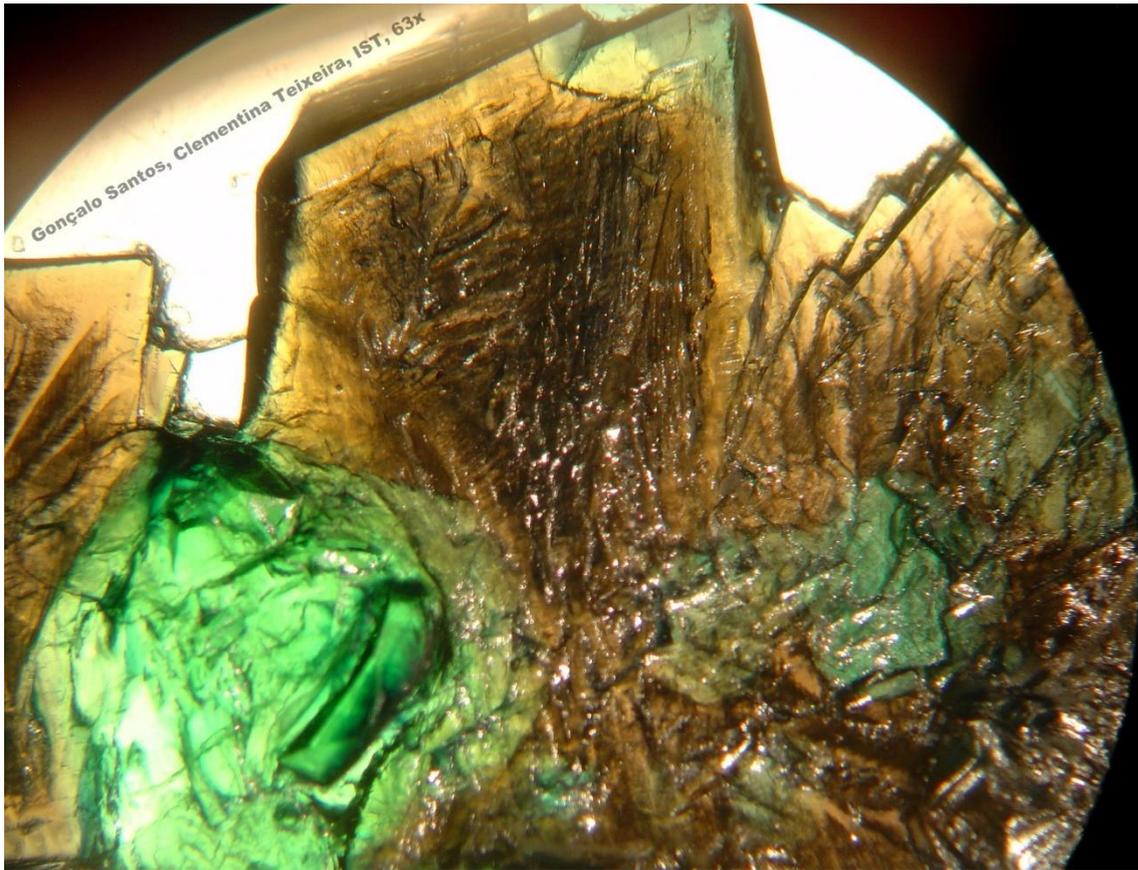


Figura 21 – Reciclagem de soluções de sais de Tutton contendo Ni, Co, Mg, Zn, Cu e também com amónio e potássio, lupa estereoscópica. O verde é de níquel, o castanho de soluções sólidas de níquel e cobalto, o azul de sais de cobre, todos eles com cores atenuadas pelos sais de magnésio e zinco que são incolores.



Figura 22 – As brincadeiras de crianças de Poen de Wijs ligam-se aos trabalhos de crescimento de cristais em Múrices, vide o detalhe do quadro na Fig.20. À direita, o mesmo sal duplo de cobalto da Fig. 17, feito numa escola, Maristas de Lisboa, numa canilha da Ria Formosa [11, 12]. Quadro de Poen de Wijs da série Light and Dark, acrílico, 2008 [26]. Outras ideias sugeridas pelo quadro: observação de penas à lupa estereoscópica. Design de capolanas, padrões decorativos africanos para têxteis.

Foram sobretudo as brincadeiras das crianças de De Wijs, Fig.22, que me despertaram o interesse pela sua obra e proporcionaram a sua ligação imediata ao meu trabalho de divulgação científica: sempre achei fascinante a expressão da criança na Ciência (e na Arte), à medida que vai descobrindo o Mundo à sua volta, o que pude vivenciar no decorrer do projeto Ciência Viva “A Química Descobre a Criança” (2006-2008) e foi essa a razão de ser desta colaboração. As mensagens e metáforas na obra deste autor também eram muito aliciantes para interpretar: Poen dava plena liberdade aos seus seguidores para as lerem como quisessem, e quando o não conseguíamos, explicava-se sempre com uma linguagem muito simples e despretensiosa, acessível, contrastando com os habituais floreios de estilo dos críticos de Arte. O escutar do mar encostando a concha ao ouvido, nas Figs. 20 e 22, repete-se com frequência, como se pode constatar em alguns dos exemplos nas figuras que se seguem. Na Fig. 22, o quadro mostra o contraste entre crianças de raças diferentes, num claro manifesto anti-racista. A série reporta uma fase da vida de Poen muito triste, na altura da doença terminal da sua segunda esposa:

Poen vivia na escuridão (darkness), procurando a luz nos seus quadros. Seguem-se mais exemplos apresentados em diversos Congressos.

Quadro 1- Apresentação de Ciência e Arte em Congresso, em poster, Fig. 23 [27].

Clementina Teixeira, Jacob Christian Poen de Wijs (a título póstumo), Chemistry Art and Child Play, SciComPT 2016, 4º Congresso de Comunicação de Ciência, Poster do painel Arte e Ciência, Pavilhão do Conhecimento, 26 e 27 de Maio de 2016, Lisboa. http://scicom.pt/wp-content/uploads/2016/01/sessaodeposters1_cc.pdf

Chemistry, Art and Child Play

Em 2013 foi criada no Facebook uma página de divulgação da Química, visando reunir o acervo de projetos, muitos deles financiados pela Ciência Viva: o crescimento de cristais sobre superfícies rugosas, “On the Rocks”, iniciado no IST em 1993; os espetáculos com azoto líquido, neve carbónica e bolas de sabão; a Microscopia Química, com a observação de reações químicas à lupa estereoscópica; a exposição de microscopia “Artesãos do Século XXI”, de 2009 e estendida às escolas entre 2010 e 2014. Este último projeto mostra como a microscopia e a microscopia química podem ser utilizadas nas escolas, recuperando lupas e microscópios escolares, propondo ideias para a sua reutilização, tais como a observação de reações, cristais, objetos do quotidiano, peças de prata e ourivesaria, têxteis, alimentos, plantas etc. As fotomicrografias e filmes foram utilizados para a criação de padrões decorativos divulgados numa linha de moda, a IST Microfashion.

Através da rede social, e graças ao poder mediático das imagens, foi fácil obter colaboração com diversos artistas, nos domínios da Arte Digital, pintura e fotografia. A colaboração mais importante foi feita com o pintor Holandês Jacob Christian Poen de Wijs que nos autorizou a utilizar todo o seu espólio de imagens e textos, mais de 900 pinturas, iBooks e informação neles contidos, mesmo após a sua morte em 2014 e desde que sem fins lucrativos. Muitas das suas pinturas inspiraram novas ideias suscetíveis de ligar a Ciência à sua Arte, numa abordagem muito diversificada mas que tem como objetivo aproximar o público da Ciência e da Arte em simultâneo. Entre os exemplos mais interessantes encontram-se as brincadeiras de crianças, pintadas por Poen, misturadas com o “soprar” em azoto líquido, neve carbónica, bolas de sabão, bem como em moinhos de vento virtuais feitos a partir de fotomicrografias de reações químicas por simetrias de rotação. Os minerais por ele pintados, foram ligados ao crescimento de cristais em laboratório. Foram construídas máscaras por simetria de reflexão, que se juntaram às suas pinturas sobre o Carnaval.

Poen era pintor, músico, um erudito, e sobretudo um ser humano que nos deixou um trabalho inolvidável. Esta comunicação é uma forma de lhe prestar homenagem.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira>

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal (Project UID/QUI/00100/2013).

https://www.researchgate.net/publication/303519393_Chemistry_Art_and_Child_Play#fullTextFileContent

https://www.researchgate.net/publication/303519393_Chemistry_Art_and_Child_Play/link/5746047908ae298602f9ee6b/download

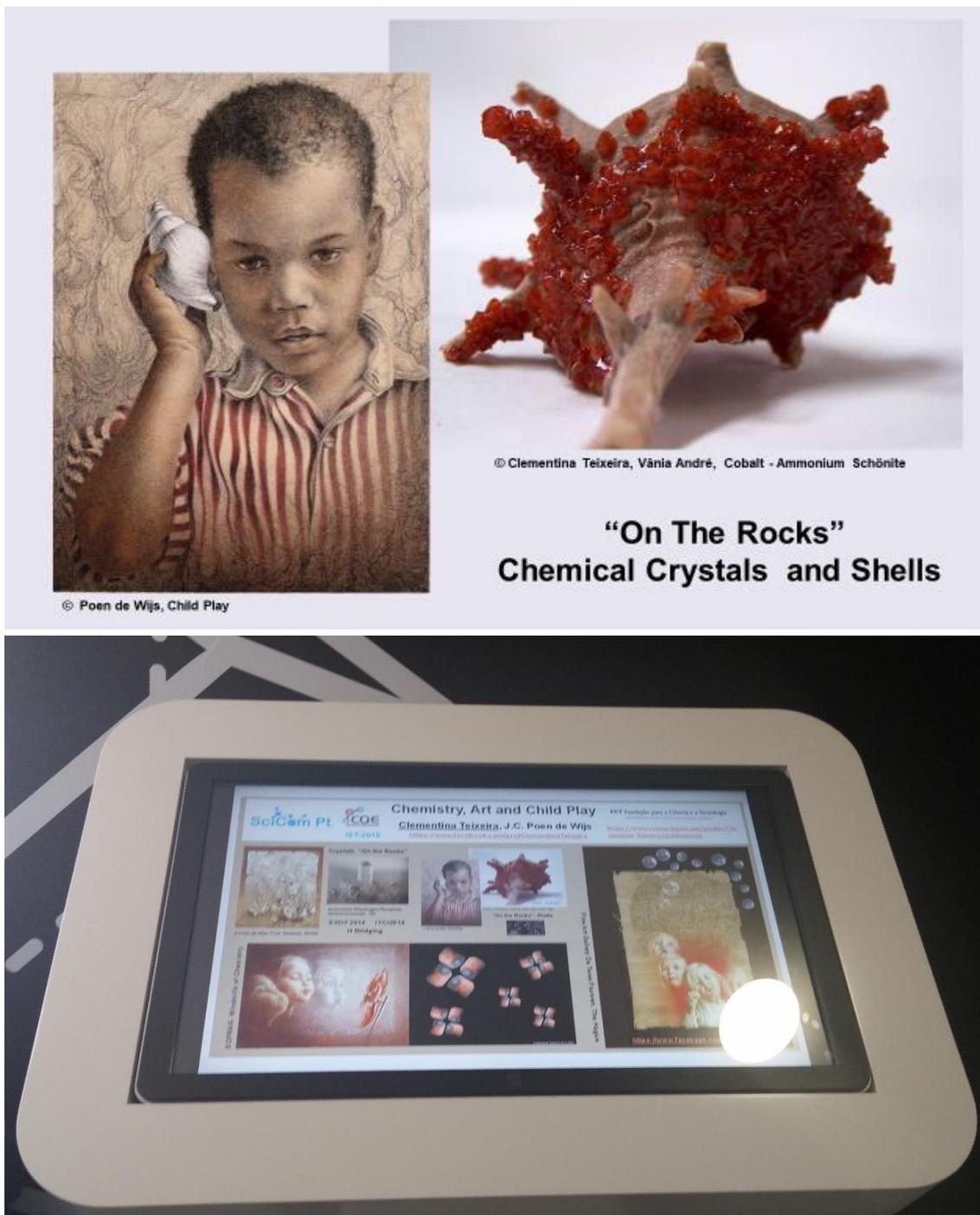


Figura 23 – Ciência e Arte com Poen de Wijs no Pavilhão do Conhecimento, durante um Congresso. Em cima, litografia de Poen de Wijs de uma coleção sobre brincadeiras de crianças, ligada ao crescimento de sais de cobalto numa canilha da ria Formosa. Em baixo, o Poster. Resumo da comunicação no Quadro 1. Seguindo as hiperligações aí dadas poderão encontrar a apresentação animada do poster em PowerPoint (Researchgate) [27, 28]. Os sais de cobalto foram escolhidos muitas vezes para combinação da sua cor com os castanhos e cores térreas que predominam na pintura deste autor. Poster publicado na ref. 9, mas sem animação. Mais um exemplo de Ciência e Arte no Quadro 2 e Fig. 24 (Congresso da Casa das Ciências).

Quadro 2- Apresentação de Ciência e Arte em Congresso, comunicação oral, Fig.24 [29].

III Encontro Internacional Casa das Ciências



*POEN, JANTINA E CLEMENTINA: PROJETO DE CIÊNCIA E ARTE NA
REDE WWW.FACEBOOK.COM*

Teixeira, Clementina; Peperkamp, Jantina* & Poen de Wijs, Jacob Christian**
Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal
* <http://www.jantina-peperkamp.nl/> Wamel, Holanda; ** A título póstumo, Haia, Holanda.

Palavras-chave: *cristalização; crescimento de cristais "On The Rocks"; Química Inorgânica;
microscopia química; microscopia; Ciência e Arte*

Poen de Wijs (1948-2014) e Jantina Peperkamp são pintores holandeses de renome, da escola do realismo contemporâneo. Conhecemo-nos na rede social FB e foi aí o espaço que escolhemos para a nossa colaboração, sem nunca trocarmos impressões por quaisquer outros meios. Cientistas e artistas têm muitas vezes em comum a curiosidade, a criatividade, uma capacidade de observação muito treinada e o poder de comunicar, neste caso, através da imagem. E foram as imagens dos cristais pintados por Poen e a expressão da criança a brincar, que me levaram a conhecer a sua obra, desviando-me do meu alvo que era, na altura, a Arte Digital. A confiança que depositou em mim, conferindo-me o direito de utilizar as suas obras, desde que sem fins lucrativos, foi baseada nas estratégias que segui para construir um projeto comum de Ciência e Arte. A este projeto aderiu, um pouco mais tarde, a pintora Jantina Peperkamp, admiradora de Poen e sua amiga para além do virtual. Na vasta coletânea de slides do projeto, a Arte pode ser inserida como ilustração, quebrando a rigidez e enriquecendo um texto científico; pode ter um tema comum à Ciência; pode sugerir uma atividade experimental, como é o caso da observação à lupa estereoscópica de flores, objetos minuciosos, reações químicas; pode ainda inspirar um padrão decorativo, feito a partir de experiências de microscopia, a condizer com um retrato. O projeto de Ciência e Arte traz uma nova abordagem culturalmente enriquecedora e que pode ser inserida na sala de aula, unindo disciplinas de Ciências às Artes e Educação Visual. No século XXI, o século da imagem, esta é com toda a certeza uma boa contribuição para o ensino.

Referências

[1] Clementina Teixeira et al, "Talking to Poen", a project of Science and Art,
https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=768165109891037

Agradecimentos

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal (Project UID/QUI/00100/2013).

casadasciencias.org 



Figura 1 Em cima: a pintura Sarah, de Jantina Peperkamp, encontrou um padrão a condizer, construído por simetrias simples a partir da fotomicrografia da cristalização de sais de ferro (III). Em baixo, a concha das brincadeiras de crianças é o elemento de ligação entre a pintura de Poen de Wijs e a amostra de cristais químicos "On the Rocks" numa canilha da Ria Formosa.



Figura 24 – Ciência e Arte com Poen de Wijs e Jantina Peperkamp [29]. Em cima, a pintura de Jantina Peperkamp fica ligada a um padrão decorativo construído com regras de simetria simples a partir da fotomicrografia de cristais de sais de Ferro(III) [16]. Em baixo, de novo a canilha com cristais de cobalto e uma pintura de Poen de Wijs, Portraits out of Africa, 2008, representando três gerações, divulgada por John Vijlbrief em vídeo (Vijlbrief Multimedia i Books).

No Quadro 2 e Fig.24, repete-se a temática em relação à pintura de Poen de Wijs, de novo com o mesmo composto das Figs.17, 22 e 23, enquanto que o retrato pintado por Jantina Peperkamp, quase hiper-realista (filha de Jantina), encontra um padrão decorativo feito por simetria de translação e reflexão, a partir de uma fotomicrografia de uma mistura de cristais de ferro (III) à lupa estereoscópica com ampliação de 20x: numa placa de Petri fez-se a cristalização de uma solução aquosa com ferricianeto de potássio (vermelho) e tricloreto férrico hexahidratado (amarelo). A construção do padrão foi feita em Power Point®, construindo primeiro um friso por simetrias de reflexão e translação, repetindo depois uma segunda vez todo o friso [16, 30]. A pintura deste tipo de retratos de Jantina Peperkamp, bem como alguns dos detalhes em retrato das obras de Poen de Wijs obedecem a esta última estratégia de Ciência e Arte, ou seja, encontrar padrões decorativos de Química, ou de Ciência em geral, que se possam harmonizar em cores, ou em simbologia, com as obras (“Chemical Patterns”, [31]).

Na Fig.25, Poen de Wijs apresenta-nos um quadro a óleo de 1998, “The Story of the Sea” [32] que nunca cheguei a discutir com o seu autor, apesar de, ainda em vida, ele ter partilhado a publicação do FB. Atendendo ao título, penso que faz um historial do mar ao longo dos tempos. Assim, a rapariga explica ao cão (uma espécie inferior) a história dos moluscos que viveram e vivem no mar e deixaram os seus vestígios, as conchas, ao passo que o Homem vai muito mais longe, graças à Ciência (esquemas na areia) conseguindo inventar os barcos e os aviões, ou seja, não só caminhar na terra como também navegar no mar e voar... Em baixo, cristais do mesmo composto de cobalto das figuras anteriores fazem a ligação ao projeto. No caso da pintura de Poen, a combinação das cores com as fotos dos cristais é um pouco difícil, pois a maioria das escolhas feitas recaíram sobre obras em que predominam os tons de castanho, cor de terra, daí o ter utilizado muitas vezes os sais de Tutton de cobalto, Fig.17. Na Fig. 26, mais cristais em cascas de ostras de ferricianeto de potássio, hexacianetoferrato de tripotássio, do projeto Maristas “On the Rocks” de Teresa Tasso de Figueiredo, com os seus alunos do 12º ano, no Ano Internacional da Cristalografia 2014 [11], foram combinados com uma série de litografias de retratos de crianças a brincar, de Poen de Wijs [26]. Todas estas litografias foram utilizadas em projetos de Ciência e Arte, exceto a última, em baixo, à direita (projeto: origami, conchas e cristais, bolas de sabão, o ciclo da água e química da água, cristais aciculares que parecem os bigodes de um gato, etc.). Na Figura 27, novamente as conchas são a ligação com o detalhe da menina a segurar o búzio para ouvir o mar, e também a própria água, nome do quadro de Poen da série “Os Quatro Elementos”, Água, Terra, Fogo e Ar, com referências ao temperamento humano na classificação de Carl Jung [33]. O múrice em baixo é de um sal de Tutton de magnésio, sulfato de magnésio e amónio hexahidratado, $(\text{NH}_4)_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, do sistema

monoclínico, em exibição numa vitrine da coleção museológica do DEQ/IST [15] e escolhido por conter magnésio, existente na composição da água do mar, Tabela 1.



Science and Art Crystal Growth on Rough Surfaces



© Clementina Teixeira, IST
Cobalt-Ammonium Schönite grown
on a oyster shell



© Poen de Wijs, The Story of the Sea, detail

Figura 25 – Poen de Wijs, pintura a óleo, “The Story of the Sea” com as conchas em evidência, o elemento de ligação com o projeto dos cristais [26]. Em baixo, à esquerda, casca de ostra com cristais do mesmo composto de cobalto da Fig.17. Poen representa o movimento nas suas pinturas usando várias imagens da mesma pessoa em diversas posições (vide, a rapariga, e o cão).



Figura 26– Cascas de ostras como suportes para cristais, ferricianeto de potássio, $K_3[Fe(CN)_6]$, do sistema monoclínico [11]. Conjunto de litografias de Poen de Wijs, Child's Play, 2005, divulgação de John Vijlbrief, 2013 [26].



Figura 27– Poen de Wijs, coleção os Quatro Elementos, a Água. Em baixo, um sal de Tutton, sulfato de magnésio e amónio hexahidratado em Múrice. Elemento de ligação entre a Ciência e a Arte: as conchas, o mar e os Elementos, vide o quadro resumo na Fig. 28.

Este composto é isoestrutural do sal de potássio, $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, que se designa, na forma mineral, por picromerite, em tudo semelhante ao sal de amónio [34].

As obras de Poen são muito ricas em detalhes, como se pode constatar no que dele aqui foi incluído, e principalmente neste último quadro da Fig.27, a Água, com a coleção resumida para os Quatro Elementos, Ar, Água, Terra, e Fogo na Fig. 28. Podem até levar-nos a encetar pequenas



Figura 28– Poen de Wijs, coleção os Quatro Elementos, Ar, Água, Terra e Fogo. O primeiro elemento, o Ar foi utilizado na série Windmills of Chemistry, enquanto que da Terra, foram utilizados os detalhes das papoilas e os cubos, para a construção, em papel, de sólidos geométricos formatados com padrões de Química. Muito interessante a ligação deste tema à classificação dos temperamentos humanos de Carl Jung [33, 36].

investigações sobre as temáticas que aborda, na tentativa de interpretar as suas mensagens, o que é muito enriquecedor do ponto de vista cultural.

Deixarei ainda para uma outra oportunidade a continuação da construção de fichas da Tabela Periódica que incluam detalhes das suas pinturas, tal como foi feito na Fig. 14 para o elemento fósforo, e noutros exemplos dados na bibliografia [9,16,35,36], bem como na Fig. 29: um detalhe de uma litografia das crianças de Poen a brincar [18, 26], liga-se ao elemento cálcio da Tabela Periódica de Keith Enevoldsen, e ao meu trabalho de cristais de sulfato de cobre e amónio hexahidratado em canilha, $(NH_4)_2Cu(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$. Este projeto ficará para mais tarde, incluindo também os quadros de Jantina Peperkamp, havendo já alguns exemplos divulgados em 2019 para o cloreto de sódio, com sucesso [35]. As próprias conchas vistas à lupa estereoscópica são

	<p>Ca 20 Calcium</p> <p>Shells and Bones</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Keith Enevoldsen elements.wlonk.com</p>		
<p><small>Teresa Tasso de Figueiredo, Maristas, Sintese</small></p> <p><small>Clementina Teixeira, IST (foto)</small></p>	<p>Ca Calcium 20 soft metal; bones, teeth, milk, leaves, vegetables, shells, coral, limestone, chalk, gypsum, plaster, mortar, cement, marble, antacids</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Poen De Wijs Clementina Teixeira</p>		
<p>Ca 20 Calcium</p> <p>Shells and Bones</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca Calcium 20 soft metal; bones, teeth, milk, leaves, vegetables, shells, coral, limestone, chalk, gypsum, plaster, mortar, cement, marble, antacids</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca 20 Calcium</p> <p>Shells and Bones</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca Calcium 20 soft metal; bones, teeth, milk, leaves, vegetables, shells, coral, limestone, chalk, gypsum, plaster, mortar, cement, marble, antacids</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Keith Enevoldsen elements.wlonk.com Clementina Teixeira IYPT2019.</p>
<p>Ca 20 Calcium</p> <p>Shells and Bones</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca Calcium 20 soft metal; bones, teeth, milk, leaves, vegetables, shells, coral, limestone, chalk, gypsum, plaster, mortar, cement, marble, antacids</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca 20 Calcium</p> <p>Shells and Bones</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca Calcium 20 soft metal; bones, teeth, milk, leaves, vegetables, shells, coral, limestone, chalk, gypsum, plaster, mortar, cement, marble, antacids</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ano Internacional da Tabela Periódica 2019</p>
<p>Ca 20 Calcium</p> <p>Shells and Bones</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca Calcium 20 soft metal; bones, teeth, milk, leaves, vegetables, shells, coral, limestone, chalk, gypsum, plaster, mortar, cement, marble, antacids</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca 20 Calcium</p> <p>Shells and Bones</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca Calcium 20 soft metal; bones, teeth, milk, leaves, vegetables, shells, coral, limestone, chalk, gypsum, plaster, mortar, cement, marble, antacids</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ca 20 Calcium</p> <p>Shells and Bones</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>

Figura 29 – Fichas para o cálcio, Tabela Periódica de Keith Enevoldsen, com um detalhe de uma litografia de Poen de Wijs, Children’s Parties 2010, acrílico, divulgação de Christa Zaat [18] e cristais “Maristas On

the Rocks” de sulfato de cobre e amónio hexahidratado em canilha, $(\text{NH}_4)_2\text{Cu}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, projeto de colaboração com Teresa Tasso de Figueiredo em 2014.

muito interessantes, e podem gerar padrões decorativos, o que foi feito no âmbito da Exposição “Artesãos do Século XXI”, numa secção dedicada à gastronomia, “O microscópio é um Bom garfo” [8, 37].

Na bibliografia aqui apresentada, e pesquisando o material incluído na minha página do Facebook, o leitor poderá penetrar num labirinto de ideias, que o poderão inspirar em muitos projetos: os quadros de Poen de Wijs estão incluídos, na sua maioria, numa coleção de iBooks da Apple que compreende desenho, aguarela, pintura a óleo, pintura em acrílico, litografia e vários outros temas editados a partir de 2013 [38]. A obra de Poen pode também ser consultada na sua página na rede Facebook, transformada num memorial em 2016 e na divulgação de Christa Zaat na mesma rede [39]. As suas obras foram o ponto de partida para numerosas experiências de Ciência, Estudo do Meio, Desenho e observação de objetos à lupa estereoscópica; as suas crianças a soprarem em moinhos de papel foram a inspiração para o projeto “soprar”, em que as simetrias de rotação aplicadas às fotomicrografias de reações à lupa estereoscópica foram usadas para construir moinhos de vento “químicos”: a série “Windmills of Chemistry”, é uma grande coleção de gifs/apresentações em Power Point, que estiveram muito na moda nas redes sociais há anos atrás [21,22]; os dois pintores, Poen e Jantina, com os seus auto retratos, ligaram-se a atividades de desenho e de pintura, inclusive de cristais, pois o desenho técnico destes é equiparado, em dificuldade, ao desenho da mão [17,18,21-24]; as pinturas sugeriram experiências, como é o caso das bolas de sabão, Fig. 26 ou o estudo da água, Fig.27. Jantina Peperkamp, Poen de Wijs e Duma Arantes têm as suas pinturas de retratos associadas a frisos decorativos a condizer, ligando a Química à Arte, à Matemática (simetria), Botânica e Educação Visual [31,36]; uma série sobre o brilho metálico com aplicações de pigmentos de cobre, prata e ouro, com Poen foi apresentada durante o Ano Internacional da Luz em 2015 [9,40].

Ao pensar no mar, não posso deixar de citar a obra esplêndida do cirurgião espanhol que trocou o bisturi pelos pincéis, Dino Valls, em Mare Incognito [41] e outras suas obras incríveis que podem ser ligadas a coleções museológicas: Colletio, Dies Irae, Nevus, Patient, etc. Ao recordar a obra de Dino, apetece-me imediatamente mudar de rumo e vasculhar de fio a pavo a sua extensa obra, bastante difícil de interpretar para mim. Outros autores merecem ser mencionados para parcerias de Ciência e Arte, como é o caso dos trabalhos de geometria, arte e simetria de Rafael Araujo onde abundam os Múrices [42]; a fotografia conceptual de Misha

Gordin que me faz lembrar as simetrias de translação e os planos reticulares dos cristais, com pessoas substituindo átomos, moléculas ou iões em estados vibracionais diferentes; as simetrias fotográficas de Claudia Rogge [44]; a arte abstracta de Federica Oddone (Feofeo Quadri) a pintora formada em Farmácia que tantas vezes se aproxima das paisagens químicas à lupa estereoscópica, e as suas aplicações em tecidos [45]; a arte digital do arquiteto Adam Martinakis [46]; a fotomanipulação de John Wilhelm [47] e muitos mais, como é o caso de Cecilia Webber (simetrias humanas imitando flores, animais, “Human Body Art”, etc.) [48], Paul Bond (pinturas onde figuram rochas) [49], Rob Gonsalves (caravelas, trompe l’oeil, surrealismo), os madeirenses DDiArte [50], os clássicos de simetrias de Escher [51], os ornamentos de Owen Jones [52] e as maravilhosas gravuras de Ernst Haeckel [53], Figs. 30, 31, as últimas figuras deste capítulo dedicado ao mar. Mais recentemente conheci a obra de Tyler Thrasher, que faz crescer cristais em carcaças de insetos, caveiras e conchas, com os mesmos compostos deste projeto e que podem ser equiparadas a pequenas esculturas, no domínio Ciência e Arte.

E seria muito interessante continuar por esse caminho, em relação a outros sais que as águas do mar nos trazem e que também foram trabalhados no projeto: o cloreto de sódio que, não podendo formar pontes de hidrogénio, prefere cristalizar sozinho em magníficos cristais de hábito tabular, mas suscetível de ser trabalhado com adição de modificadores [54]; ainda sobre o NaCl, os seus defeitos cristalinos formando os cristais malteses, com a cruz de Pátea, por oclusão das águas-mães nos intervalos da rede cristalina; os sais de magnésio, sulfato de magnésio heptahidratado e o sulfato de magnésio e de potássio hexahidratado, já citado, que na Natureza se encontra formando o mineral picromerite; podemos ainda pensar em todos os sais que podemos formar e que formam cristais com facilidade: sulfatos de sódio, de potássio, de cálcio, e até de estrôncio; os carbonatos de cálcio, de magnésio e os seus bicarbonatos. Se passarmos aos poluentes, como é o caso dos metais pesados, do mercúrio, nunca mais este artigo teria fim. O mar encontra-se ameaçado, cheio de poluentes, entre os quais se destacam os plásticos e os microplásticos que já entraram na nossa cadeia alimentar. Para isso é necessário reciclar, reutilizar e sobretudo ter civismo quando usufruímos da nossa extensa costa. Recomendo a exposição Nó Cego [55] que aponta diretrizes para a reutilização de têxteis, em especial de fibras sintéticas que já chegaram aos oceanos, vindas do “fast clothing”. No final deixo-vos uma frase de Leonardo da Vinci, para que colaborem mais, porque ninguém faz tudo sozinho e é cada vez mais necessário interligar a Ciência em si e nos outros ramos do saber:

Everything in some way connects to everything else...



Figura 30 – Ernst Haeckel, *Kunstformen der Natur* (1904), plate 2: Thalamophora [53].

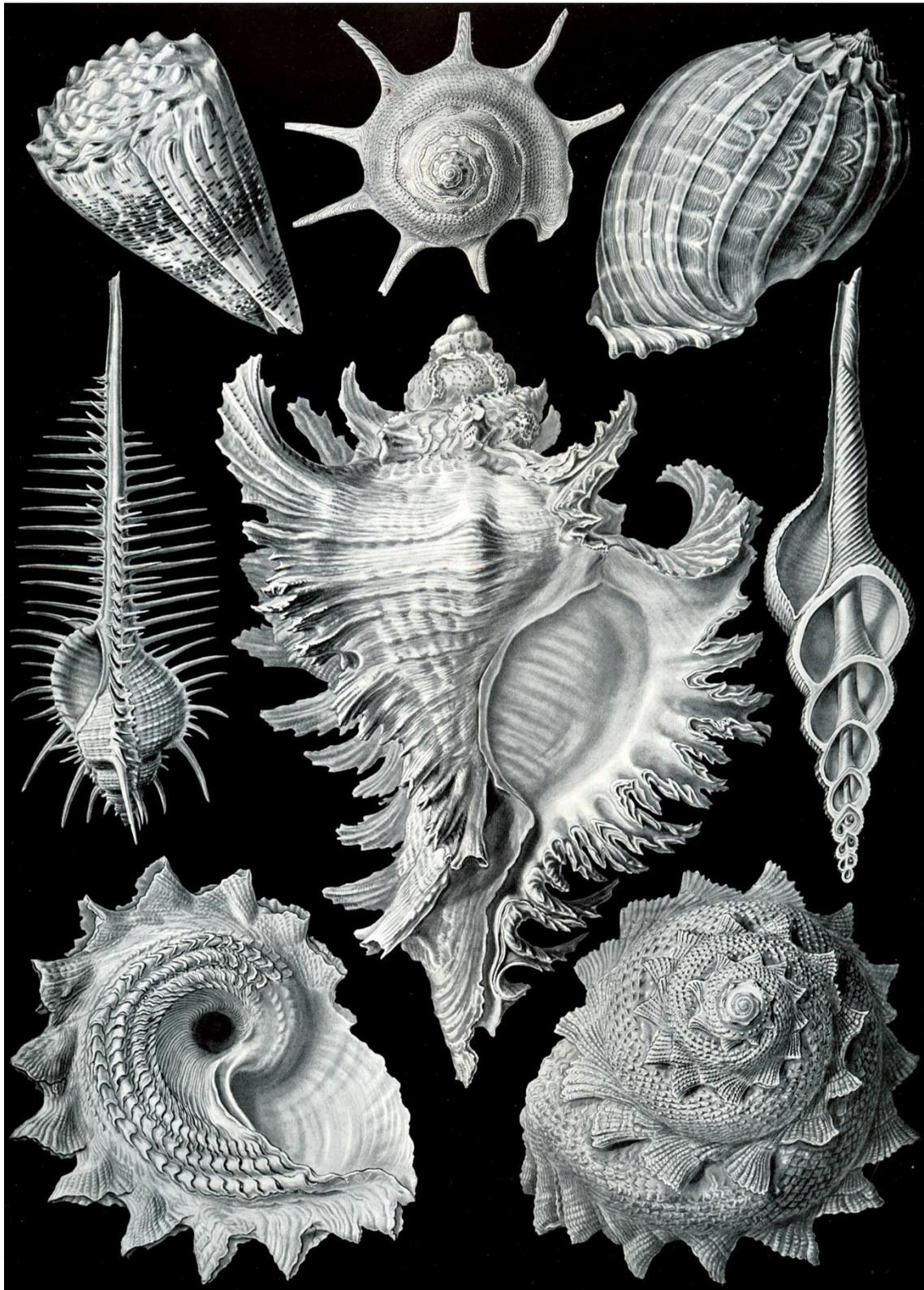


Figura 31 – Ernst Haeckel, *Kunstformen der Natur* (1904), plate 53: Prosobranchia [53].

Agradecimentos

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal, Centro de Química Estrutural – Project UIOB/00100/2020 (utilização de equipamento). Trabalho financiado pela autora.

Bibliografia e Notas

- [1] – https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81gua_do_mar, acessado 3/9/2020.
- [2] – Clementina Teixeira, passeios em Ribeira d’Ilhas, em direção a Santo Isidoro, maré baixa (concelho de Mafra, Ericeira).
<https://www.facebook.com/media/set/?vanity=profClementinaTeixeira&set=a.572889946085222>
- [3] – Clementina Teixeira, Rochas trabalhadas pelo mar,
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2423901500984048/2426349014072630>.
- [4] – A Arte é cada vez mais muito subjetiva, basta pensar no célebre caso da banana presa com fita adesiva. Há arte abstrata que não me diz absolutamente nada, e que até uma criança poderia fazer, com total ausência de técnica. Noutros casos a técnica prevalece e o artista limita-se a copiar modelos, paisagens/retratos de fotografias stock com zero de criatividade. No entanto, com bons agentes e galerias podem ser vendidas obras dessas a preços absurdos. Mesmo a Arte de grandes mestres pode ser criticada e menosprezada, o que torna muito difícil a ligação Ciência-Arte. São dois Mundos completamente distintos que raras vezes se intersectam e quando se consegue ultrapassar a barreira que as divide, sujeitamo-nos a críticas de ambos os lados. E mesmo a propósito, quer gostemos ou não, oiçam esta opinião:
<https://www.facebook.com/joaofigueiredo.arte/videos/1008985209141559>, acessado 16/09/2020.
- [5] – Clementina Teixeira, Os Cristais no Ensino e Divulgação da Química, Colóquio Ciências, Fundação Calouste Gulbenkian, **25**, 20-36 (2000).
- [6] – Clementina Teixeira, Vânia André, Nuno Lourenço, Maria José Rodrigues, “Crescimento de Cristais por Nucleação Heterogénea: On the Rocks Revisited”, *Ciência e Tecnologia dos Materiais*, 19, nº1-2 (2007) 66-77.
- [7] – Clementina Teixeira, Gabriela Boavida, Teresa Lima, Fernanda Murtinheira, Exposição Artesãos do Século XXI, “Cristais e Arte”, Escola EB1 de São Bruno, Caxias, 2013.
<http://cuscandoaciencia.blogspot.pt/2012/07/artesaos-do-seculo-xxi.html>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.552962818077935/567855589921991>
- [8] – Clementina Teixeira, “Artesãos do Século XXI” - Artesanato observado ao microscópio, Catálogo da exposição, edição de autor, Projecto Ciência Viva, CV 100-2009/432, Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, p 1-17, Dezembro 2009. DOI: 10.13140/RG.2.1.4313.2969. Consultar os numerosos suplementos (links) na ResearchGate, com os cartazes e montagens de fotomicrografias de reações químicas e cristalizações. Apresentam-se como anexos, em pdf, na referida rede de profissionais. Exemplo: O microscópio é um bom garfo,
https://www.researchgate.net/publication/275520319_microscopiobomgarfo
- [9] – Clementina Teixeira em “Química e Arte: Sugestões para o Ano Internacional da Tabela Periódica 2019”, Livro dos Laboratórios Abertos 2019, eds. M. A. Lemos, C. Gomes de Azevedo, D. Simão, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, ISBN: 978-989-99508-6-3.

- [10] – Clementina Teixeira, divulgação de Ciência e Arte, Artesãos do Século XXI, na Escola EB1 de São Bruno, Caxias.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.552962818077935/567855589921991/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.552962818077935/567855653255318/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.552962818077935/567855636588653/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.768165109891037/799658446741703/?type=3&theater>
- [11] – Teresa Tasso de Figueiredo, Clementina Teixeira, Crystal Growth “On the Rocks” at Facebook 2014. Observing crystals under the stereomicroscope, Comunicação oral, II Encontro Internacional da Casa das Ciências, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 14-16 de Julho de 2014.
https://www.researchgate.net/publication/325661072_Teresa_Tasso_de_Figueiredo_Clementina_Teixeira_Crystal_Growth_On_the_Rocks_at_Facebook_2014_Observing_crystals_under_the_stereomicroscope Comunicacao oral II Encontro Internacional da Casa das Ciencia
https://www.researchgate.net/publication/325661378_Cristais_On_the_Rocks_Maristas_de_Lisboa#fullTextFileContent
- [12] – Clementina Teixeira, Teresa Tasso de Figueiredo, Palmira Ferreira da Silva, As minhas páginas web.ist.utl.pt/clementina, Cristais 7 e Maristas de Lisboa “On the Rocks”, Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 22 de Outubro, 2018. DOI: 10.13140/RG.2.2.30502.16964.
https://www.researchgate.net/publication/328429870_Clementina_Teixeira_Teresa_Tasso_de_Figueiredo_Palmira_Ferreira_da_Silva_As_minhas_paginas_webistutlptclementina_Cristais_7_e_Maristas_de_Lisboa_On_the_Rocks_Centro_de_Quimica_Estrutural_Instituto_Sup
- [13] – Clementina Teixeira, as minhas antigas páginas web.ist.utl.pt/clementina, Cristais 8,9,10, múrice fotografado por Cristina Fernandes, professora de Educação Visual (FOCO 2000). Estas páginas estiveram disponíveis de 2008 a 2015, e posteriormente serão publicadas para consulta na Researchgate, como está exemplificado na ref. 12.
- [14] – Clementina Teixeira, Erik Ceschini Panighel Benedicto, Gonçalo Santos em “Cristais Químicos em 3D e Exposição”, Livro dos Laboratórios Abertos 2020, eds. M. A. Lemos, C. Gomes de Azevedo, D. Simão, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, ISBN: 978-989-99508-7-0, Fevereiro 2020, p127-180.
- [15] – Clementina Teixeira, Dulce Simão, Anabela Graça, “Observação de cristais à lupa estereoscópica e sua articulação com outros módulos expositivos”, Cap.1, em “Cristais Químicos. Observação à Lupa Estereoscópica. Exposições”, edição de autor, Clementina Teixeira, Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, p.2-26. DOI: [10.13140/RG.2.2.24508.05769](https://www.researchgate.net/publication/341827875_Observacao_de_cristais_a_lupa_estereoscopica_e_sua_articulacao_com_outros_modulos_expositivos_Capitulo_1_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Clementina_Teixeira_Centro)
https://www.researchgate.net/publication/341827875_Observacao_de_cristais_a_lupa_estereoscopica_e_sua_articulacao_com_outros_modulos_expositivos_Capitulo_1_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Clementina_Teixeira_Centro
- [16] – Clementina Teixeira, “Exposições para escolas. Padrões decorativos. Reações ácido-base, observação à lupa estereoscópica, HCl+NaOH”, Capítulo 6, em “Cristais Químicos. Observação à Lupa Estereoscópica. Exposições”, ed. Clementina Teixeira, Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 12 de Agosto de 2020, p1-58. DOI: 10.13140/RG.2.2.33329.61289

<https://www.researchgate.net/publication/343611271> Clementina Teixeira Exposicoes para escolas Padroes decorativos Reacoes acido-base observacao a lupa estereoscopica HClNaOH Capitulo 6 em Cristais Quimicos Observacao a Lupa Estereoscopica Exposicoes e

- [17] – Clementina Teixeira, Gonçalo Santos, João A. Fortes, Jantina Peperkamp, “Cristais, Simetrias do GeCl₄, Arte e Tabela Periódica”, comunicação em Poster, VI Encontro Internacional da Casa das Ciências, FCUL, 10-12 de Julho 2019. DOI: 10.13140/RG.2.2.30815.20647
<https://www.researchgate.net/publication/335176208> CRISTAIS SIMETRIAS DO GECLA ARTE E TABELA PERIODICA VI Encontro Internacional da Casa das Ciencias FCUL Lisboa 10 a 12 de Julho de 2019
- [18] – Clementina Teixeira, Jacob Christian Poen de Wijs, Jantina Peperkamp, Christa Zaat, “Cientistas e Artistas, Divulgação de Química e Arte”, comunicação oral, V Encontro Internacional da Casa das Ciências, Centro Cultural Vila Flor, Guimarães, 9-11 de Julho de 2018. DOI: 10.13140/RG.2.2.29401.83045.
<https://www.researchgate.net/publication/326463966> cientistas e artistas quimica e arte?show Fulltext=1&linkId=5b4f4d44a6fdcc8dae2b2399
<https://www.researchgate.net/publication/326463562> Clementina Teixeira Jacob Christian Poen de Wijs Jantina Peperkamp Christa Zaat Cientistas e Artistas Divulgacao de Quimica e Arte comunicacao oral V Encontro Internacional da Casa das Ciencias Centro
<https://www.facebook.com/photo?fbid=10153871421399645&set=a.10152904175379645>
- [19] – Clementina Teixeira, Teresa Tasso de Figueiredo, Gonçalo Santos, Crystal Growth “On the Rocks”. Chemical Microscopy. Activities for the International Year of Crystallography 2014, Comunicação em Poster, II Encontro Internacional da Casa das Ciências, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 14-16 de Julho de 2014.
<https://www.researchgate.net/publication/323557536> Clementina Teixeira Teresa Tasso de Figueiredo Goncalo Santos Crystal Growth On the Rocks Chemical Microscopy Activities for the International Year of Crystallography 2014 Comunicacao em Poster II Enc
<https://www.researchgate.net/publication/323557574> CRYSTAL GROWTH Poster
- [20] – Clementina Teixeira, Vânia André, Ana Sofia D. Ferreira, Elsa Lago, M. F. N. N. Carvalho, “On the Rocks...Occlusion of Dyes in Transparent Inorganic Crystals”, Proceedings of the 6th European Conference on Research in Chemical Education, 2nd European Conference on Chemical Education, A.F.Cachapuz ed., Universidade de Aveiro, 4-8 September 2001. OI: 10.13140/2.1.3500.8966.
<https://www.researchgate.net/publication/267736264> C. Teixeira V. Andr A.S.D. Ferreira E. Lago M.F.N. N. Carvalho On the Rocks...Occlusion of Dyes in Transparent Inorganic Crystals Proceedings of the 6th European Conference on Research in Chemical Education 2nd European Conference on Chemical Education A.F.Cachapuz ed. Universidade de Aveiro 4-8 September 2001
- [21] – Clementina Teixeira, Gonçalo Santos, Jacob Christian Poen de Wijs (a título póstumo), “Soprar: das bolas de sabão aos moinhos de vento. Um projeto de Ciência e Arte com Poen de Wijs”, comunicação oral, III Encontro Internacional da Casa das Ciências, ISEP, Porto, 11-13 de Julho 2016. É importante consultar o resumo e a comunicação, para ter acesso às imagens e à apresentação em slide show. Suplemento na Researchgate: SoprarBolasdeSabãoPoendeWijs, DOI: 10.13140/RG.2.2.15345.17767.
<https://www.researchgate.net/publication/305399234> Clementina Teixeira Goncalo Santos Jacob Christian Poen de Wijs a titulo postumo Soprar das bolas de sabao aos moinhos de vento Um projecto de Ciencia e Arte com Poen de Wijs
<https://www.researchgate.net/publication/305815435> SoprarBolasdeSabaoPoendeWijs

- [22] – Clementina Teixeira, “Windmills of Chemistry and the Art of Poen de Wijs”, Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 10/9/2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.2321.2007. Suplemento em pptx, ScienceArtPoendeWijsWindmills, DOI: 10.13140/RG.2.1.4942.6408.
https://www.researchgate.net/publication/281633146_Windmills_of_Chemistry_and_the_Art_of_Poen_de_Wijs
https://www.researchgate.net/publication/281633067_ScienceArtPoendeWijsWindmills
- [23] – Clementina Teixeira, Jacob Christian Poen de Wijs, Jantina Peperkamp, “Exposição Ciência e Arte”, in Laboratórios Abertos 2018, eds. Maria Amélia Lemos, Cristina Gomes de Azevedo, Dulce Simão, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, ISBN: 978-989-99508-5-6, 5-9 de Fevereiro de 2018, 145-151. Referências aí citadas.
https://www.researchgate.net/publication/325060080_Clementina_Teixeira_Jacob_Christian_Poen_de_Wijs_Jantina_Peperkamp_Exposicao_Ciencia_e_Arte_in_Laboratorios_Abertos_2018_edts_M_A_Lemos_C_Gomes_de_Azevedo_D_Simao_Departamento_de_Engenharia_Quimica_IST
- [24] – Clementina Teixeira, Jacob Christian Poen de Wijs, Jantina Peperkamp, “Exposição Ciência e Arte com a AEIST”, AEIST, Semana da Cultura 2018, Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, IST, Universidade de Lisboa, 21 de Maio de 2018, DOI: 10.13140/RG.2.2.14958.51526.
https://www.researchgate.net/publication/325257238_Clementina_Teixeira_Jacob_Christian_Poen_de_Wijs_Jantina_Peperkamp_Exposicao_Ciencia_e_Arte_com_a_AEIST_AEIST_Semana_da_Cultura_2018_Centro_de_Quimica_Estrutural_e_Departamento_de_Engenharia_Quimica_I
- [25] – Clementina Teixeira, Marta Smith, Mafalda Lancinha Pereira, Carolina Belchior, Palmira Ferreira da Silva, Carla Pinheiro, “Crescimento de Cristais Sobre Superfícies Rugosas, On the Rocks Revisited. Rede Cristalina. Laboratórios Abertos 2009 e Outros Eventos”, ed. Clementina Teixeira, Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 28/8/2018.
https://www.researchgate.net/publication/327262747_Clementina_Teixeira_Marta_Smith_Mafalda_Lancinha_Pereira_Carolina_Belchior_Palmira_Ferreira_da_Silva_Carla_Pinheiro_Crescimento_de_Cristais_Sobre_Superficies_RugosasOn_the_Rocks_Revisited_Rede_Cristal#fullTextFileContent
- [26] – Divulgação da obra de Poen de Wijs no Facebook:
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.618412964866253/768792226494992>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.618412964866253/772337652807116>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.618412964866253/577435048964045>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.618412964866253/728735770500638>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/604143432959873>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.614546035252946/614559131918303>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.614546035252946/633266010047615>
- [27] – Clementina Teixeira, Jacob Christian Poen de Wijs (a título póstumo), Chemistry, Art and Child Play, SciComPT 2016, 4º Congresso de Comunicação de Ciência, Poster do painel Arte e Ciência, Pavilhão do Conhecimento, 26 e 27 de Maio de 2016, Lisboa. DOI: 10.13140/RG.2.1.1589.5928
https://www.researchgate.net/publication/303519393_Chemistry_Art_and_Child_Play. Contém um anexo com animação (linked research, Researchgate).
- [28] – Clementina Teixeira, poster com animação,
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/videos/1456305784562043>, 16/9/2020.

- [29] – Clementina Teixeira, Jantina Peperkamp, Jacob Christian Poen de Wijs (a título póstumo), “Poen, Jantina e Clementina: Projeto de Ciência e Arte na Rede www.facebook.com”, comunicação oral, III Encontro Internacional da Casa das Ciências, ISEP, Porto, 11-13 de Julho 2016.
https://www.researchgate.net/publication/305850621_Clementina_Teixeira_Jantina_Peperkamp_Jacob_Christian_Poen_de_Wijs_a_titulo_postumo_Poen_Jantina_e_Clementina_Projeto_de_Ciencia_e_Arte_na_Rede_wwwfacebookcom_11-13_de_Julho_2016
https://www.researchgate.net/publication/305882727_Poen_Jantina_Clementina_Science_and_Art
https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=1243864185654458
Comunicação oral em streaming, <https://www.youtube.com/watch?v=UD5IU1i5OYk>, 1:43:34, acessado em 16/9/2020.
- [30] – Clementina Teixeira, Jacob Christian Poen de Wijs, Jantina Peperkamp, Christa Zaat, “Padrões Decorativos: Divulgação Colaborativa de Ciência e Arte”, Poster, V Encontro Internacional da Casa das Ciências, Centro Cultural Vila Flor, Guimarães, 9-11 de Julho de 2018. Poster DOI: 10.13140/RG.2.2.18898.04800.
https://www.researchgate.net/publication/326395641_Clementina_Teixeira_Jacob_Christian_Poen_de_Wijs_Jantina_Peperkamp_Christa_Zaat_Padros_Decorativos_Divulgacao_Colaborativa_de_Ciencia_e_Arte_Poster_V_Encontro_Internacional_da_Casa_das_Ciencias_Centr
https://www.researchgate.net/publication/326395751_Ciencia_e_Arte_Simetrias/link/5b49c58f45851519b4b8d94e/download
- [31] – Clementina Teixeira, Chemical Patterns at Facebook.com.
<https://www.facebook.com/media/set/?vanity=profClementinaTeixeira&set=a.568659676508249>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/851070364933844>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/857579427616271>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/858947477479466>
- [32] – Poen de Wijs, The Story of the Sea, quadro a óleo, divulgação de John Vijlbrief no Pinterest, 2013. <https://www.facebook.com/photo?fbid=10151602526837714&set=a.10151055669692714>
- [33] – Clementina Teixeira, O número Quatro, Série que inclui coleções de quatro quadros: Os Quatro Ventos, As Quatro Estações e Os Quatro elementos, por Poen de Wijs.
<https://www.facebook.com/media/set/?vanity=profClementinaTeixeira&set=a.615378768503006>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.615378768503006/615379131836303>
- [34] – Clementina Teixeira, Jacob Christian Poen de Wijs, Jantina Peperkamp, “Exposição Ciência e Arte”, em Laboratórios Abertos 2018, eds. Maria Amélia Lemos, Cristina Gomes de Azevedo, Dulce Simão, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, ISBN: 978-989-99508-5-6, 5-9 de Fevereiro de 2018, 145-151.
https://www.researchgate.net/publication/325060080_Clementina_Teixeira_Jacob_Christian_Poen_de_Wijs_Jantina_Peperkamp_Exposicao_Ciencia_e_Arte_in_Laboratorios_Abertos_2018_eds_M_A_Lemos_C_Gomes_de_Azevedo_D_Simao_Departamento_de_Engenharia_Quimica_IST
- [35] – Clementina Teixeira, Ciência, Arte e Tabela Periódica, divulgação no Facebook.com,
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/2723758264331702>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/2699263896781139>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/2638937876147075>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/2638937792813750>

[36] – Clementina Teixeira, Hermínio Diogo, Manuel Francisco Costa Pereira, Maria Conceição Oliveira, Vânia André, “Rede Cristalina: 25 anos de Divulgação em Química”, Apresentação de Projeto, Livro de Resumos, p75,76, VI Encontro Internacional da Casa das Ciências, 10-12 de Julho de 2019, FCUL, Lisboa.

https://www.researchgate.net/publication/337901251_Rede_Cristalina_25_anos_de_Divulgacao_e_m_Quimica_Apresentacao_de_Projeto_Livro_de_Resumos_p7576_VI_Encontro_Internacional_da_Casa_das_Ciencias_10-12_de_Julho_de_2019_FCUL_Lisboa

[37] – Clementina Teixeira, Marta Smith, Mafalda Lancinha, observação de conchas à lupa estereoscópica.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.614546035252946/664285600278989>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.614546035252946/633283060045910>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.614546035252946/633283156712567>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.614546035252946/633283190045897>

[38] – Poen de Wijs, iBooks, <https://books.apple.com/nl/author/poen-de-wijs/id658345739>

[39] – Memorial de Poen de Wijs, <https://www.facebook.com/poen.dewijs>

Divulgação de Christa Zaat, <https://www.facebook.com/PoendeWijs.painter>

[40] – Clementina Teixeira,

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.899751633399050/933121020062111>

<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.899751633399050&type=3>

[41]- Dino Valls, Mare Incognito,

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/986933334680879>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/986933328014213>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/986933274680885>

Dies Irae

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/966598486714364>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/966598453381034>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/966558533385026>

Colletio

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/966934423347437>

Nevus

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/973279476046265>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/973278806046332>

Patient

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.966552286718984/969893676384845>

[42] – Rafael Araujo

<https://www.facebook.com/rafaelarajuart/photos/a.814533698607621/3257636250964008>

<https://www.facebook.com/rafaelarajuart/photos/a.814533698607621/3257634810964152>

<https://www.facebook.com/rafaelarajuart/photos/a.814533698607621/3224206094307024>

<https://www.facebook.com/rafaelarajuart/photos/a.814533698607621/3148576635203304>

[43] – Misha Gordin, Série Crowd, as pessoas nas fotos dispõem-se por regras de simetria de translação.

<https://www.facebook.com/gormish/photos/a.1951328064958726/1951328181625381>

<https://www.facebook.com/gormish/photos/a.239254792832737/3193266364098217>

<https://www.facebook.com/gormish/photos/pb.124418960982988.-2207520000../3250856138339239/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/gormish/photos/a.756822437742634/3183350661756454>

<https://www.facebook.com/gormish/photos/a.216980278393522/297035303721352>

<https://www.facebook.com/gormish/photos/a.216980278393522/297035303721352>

[44] – Claudia Rogge, simetrias de translação em algumas das suas obras

<http://stylefrizz.com/200812/beautiful-photography-by-claudia-rogge/claudia-rogge-photography-15/>

<http://www.galleriaverrengia.it/claudia-rogge/>

<https://www.mutualart.com/Artwork/3-Works--rapport110707--rapport160305---/C9D60DDBF6AE3622>

<https://www.mutualart.com/Artwork/3-Works--rapport110707--rapport160305---/C9D60DDBF6AE3622>

[45] – Federica Feofeo Oddone, algumas das pinturas abstratas pelas suas cores podem ter semelhanças com as micropaisagens de reações químicas e cristalizações à lupa estereoscópica.

<https://www.facebook.com/photo?fbid=1247056042039508&set=a.229822530429536>

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=576120119133107&set=pb.100002053731623.-2207520000..&type=3>

(potassium permanganate).

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=628016257276826&set=pb.100002053731623.-2207520000..&type=3>

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=628016257276826&set=pb.100002053731623.-2207520000..&type=3>

[46] – Adam Martinakis, Arte Digital: duas das obras, com o globo terrestre podem inspirar montagens de ciência, o que será desenvolvido num outro capítulo relacionado com a água do mar, os oceanos e a poluição.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/675320469175502> (inspirado pela obra *Insiders* e *Earth Exit* de Martinakis).
<https://www.facebook.com/adam.martinakis/photos/a.457990340926579/2880143548711234>
<https://www.facebook.com/adam.martinakis/photos/a.221726717886277/1097596036966003>
<https://www.facebook.com/adam.martinakis/photos/a.457990340926579/2457868497605410>
<https://www.facebook.com/adam.martinakis/photos/a.457990340926579/3156423661083220>
<https://www.facebook.com/adam.martinakis/photos/a.2116494371742826/2464228080302785>
<https://www.facebook.com/adam.martinakis/photos/a.312659762126305/1098824556843151>
<https://www.facebook.com/photo?fbid=10151253721852714&set=a.10151234697542714>

[47] – John Wilhelm, Arte digital, inspirou várias montagens do projeto de Ciência.

<https://www.facebook.com/johnwilhelmisaphotoholic/photos/a.207593075981493/312107048863428>
<https://www.facebook.com/johnwilhelmisaphotoholic/photos/a.207593075981493/378864715520994>
<https://www.facebook.com/johnwilhelmisaphotoholic/photos/a.207593075981493/584093531664777>
<https://www.facebook.com/johnwilhelmisaphotoholic/photos/a.207593075981493/612377072169756>
<https://www.facebook.com/johnwilhelmisaphotoholic/photos/a.207593075981493/615079945232802>
<https://www.facebook.com/johnwilhelmisaphotoholic/photos/a.207593075981493/1081483828592409>
<https://www.facebook.com/johnwilhelmisaphotoholic/photos/a.207593075981493/1580967748644012>
<https://www.facebook.com/johnwilhelmisaphotoholic/photos/a.207593075981493/1837525856321532>
<https://www.facebook.com/johnwilhelmisaphotoholic/photos/a.207593075981493/3850457738361657>

[48] – Cecilia Webber, Human Body Art, composições incríveis com corpos humanos.

<https://www.youtube.com/watch?v=7XldLK35WWA>

[49] – Paul Bond, poesia e rochas, ponte para o projeto de crescimento de cristais.

<https://www.facebook.com/PaulBondFineArt/photos/a.191720159219/10156141882824220>
<https://www.facebook.com/PaulBondFineArt/photos/a.191720159219/10154084717939220>

[50] – DDiArte, fotografia e pintura . A fotografia artística relacionada com a electricidade.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.595188913855325/1002846803089532>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.595188913855325/1003016046405941>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.595188913855325/1003704926337053>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.595188913855325/1003704936337052>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.595188913855325/1003704919670387>

- [51] – M. C. Escher, um clássico de simetria que dispensa apresentações. Ligação ao projeto de origami com padrões químicos. <https://www.facebook.com/groups/mcescher>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/3745379405502911>
- [52] – Owen Jones, The Grammar of The Ornaments, associação de algumas gravuras gregas,
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2258314230876110>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/736654776375404>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/577597018947848>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/589675594406657>
- [53] – Ernst Haeckel, Anémonas e outras obras
https://pt.wikipedia.org/wiki/Ernst_Haeckel#/media/Ficheiro:Haeckel_Actiniae.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/Ernst_Haeckel
- [54] - Clementina Teixeira, Vânia André, Sílvia Chaves, Hermínio Diogo, Nuno Lourenço, Filipe Meneses, “Água quase tudo...e cloreto de sódio: purificação do cloreto de sódio”, **Química**, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, 106, 18-29, 2007.
- [55] – Clementina Teixeira, Natália Rocha, Manuel Francisco Costa Pereira, **Exposição Nó Cego**, 23-27 de Setembro 2019, Serviços Educativos dos Museus do IST, Museu Décio Thadeu, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
https://www.facebook.com/pg/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=1907332722640931 (álbum)
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1907332722640931/3311008718939984/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1907332722640931/3282695468437976/?type=3&theater>