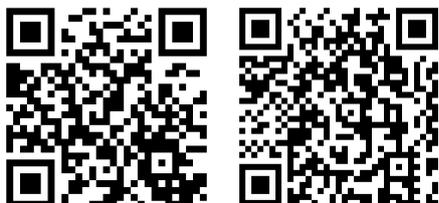


CRISTAIS QUÍMICOS. OBSERVAÇÃO À LUPA ESTEREOSCÓPICA. EXPOSIÇÕES



Edição de Clementina Teixeira



Figura 1 – Cristais Químicos, Redes cristalinas Beavers Miniature Models® [1,2]. Arte “On the Rocks”.
Evento: Laboratórios Abertos 2020, Departamento de Engenharia Química (DEQ).

Capítulo 1. Observação de cristais à lupa estereoscópica nos Laboratórios Abertos 2020 e sua articulação com outros módulos expositivos

Clementina Teixeira, Dulce Simão, Anabela Graça

Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

O projeto de crescimento de cristais químicos em Laboratório existe há 26 anos no CQE/DEQ-IST, tendo como vertentes fundamentais o crescimento em presença de suportes rugosos (minerais, rochas, conchas e metais) o método “On the Rocks” de nucleação heterogénea [2-5] e a cristalização observada à lupa estereoscópica binocular/trinocular, com a observação tridimensional das amostras/reações e o seu registo a partir de vídeos [6-8] e fotomicrografias [9]. Esta documentação tem contribuído para a divulgação da Ciência nas redes sociais, em publicações científico-pedagógicas nas áreas que partilham o interesse pelos cristais, estendendo também a ligação da Ciência à Arte, Design e Cultura, em geral [10]. Nesta última perspectiva, os padrões decorativos construídos a partir das experiências têm sido amplamente divulgados em ações de Outreach, Congressos, Fig. 2, e na Exposição itinerante de microscopia aplicada, Artesãos do Século XXI, desde 2009 [11]. Neste documento divulgam-se resultados experimentais antigos e outros que surgiram durante a preparação deste módulo de Cristais em 3D dos Laboratórios Abertos 2020 do DEQ e que se estendem por três vertentes:

a) A documentação recolhida durante o evento que reuniu mais de 1500 pessoas: alunos e professores de escolas; alunos, professores, investigadores e funcionários do DEQ/IST [2]. O tema dos cristais foi integrado num bloco designado por Química 3D [12], atendendo às suas componentes principais, a visualização de cristais à lupa estereoscópica que é de facto tridimensional e as redes cristalinas rigorosas de alguns dos compostos que também caem nessa definição. Esta vertente é sumariamente descrita neste capítulo.

b) O trabalho experimental de preparação de amostras para observação à lupa estereoscópica, parte do qual já foi publicado [2]. Foram escolhidas substâncias de cristalização/crescimento fácil, rápido e apelativo, tanto no aspeto visual como nos conceitos científicos que permitem abordar. A escolha das substâncias foi feita ao longo de muitos anos de pesquisa, com vários colaboradores, pelo que será distribuída por vários capítulos. Os compostos seleccionados foram-no por estarem de certa forma relacionados com as outras matérias do módulo, dando-

Ihe maior coerência interna. Todas as amostras foram preparadas previamente, numa grande coleção de placas de Petri e cristalizadores que é frequentemente utilizada como material didático em mostras de divulgação de Ciência [13].

c) As exposições permanentes patentes ao público, que serão posteriormente integradas na oferta educativa da Coleção Museológica do DEQ (cristais “On the Rocks”, coleção de cristais muito antiga em ampolas de vidro, kits de placas de Petri/cristalizadores com cristais para observação à lupa, redes cristalinas rigorosas de cristais, pinturas da coleção “Arte on the Rocks”, diversos artigos produzidos na exposição Artesãos do Século XXI, etc.



Figura 2 – Cristais químicos à lupa estereoscópica, posto de observação para os Júniores [2,12]: mistura colorida de cristais de diferentes composições químicas e de um composto de cobre, à direita. Ao centro,

padrões decorativos feitos a partir das fotomicrografias dos cristais (fotomanipulação). Em baixo, mesas de exposição à entrada da Torre Sul do IST, com a Tabela Periódica e outros objetos em impressão 3D, os cristais “On the Rocks” e as redes cristalinas [4].



Figura 3 – Fotomicrografia 10x, tirada com telemóvel encostado à ocular da lupa estereoscópica binocular Olympus®, Fig.2, no posto de observação dos Júniores em cima e Séniores, em baixo. Os compostos são quase todos inorgânicos, nesta foto, dos elementos Ferro em vários estados de oxidação, Cobalto, Alumínio, Cromo, soluções sólidas de compostos dos dois metais, Cobre, Magnésio, compostos de Fósforo, etc.

As amostras, previamente preparadas e distribuídas em placas de Petri, cristalizadores e caixas, foram distribuídas por dois postos de observação (Júniores, Figs.2-6 e Séniores, Fig. 5,6), cada um deles com uma lupa estereoscópica binocular, com ampliação em zoom de 8 a 63x (Olympus® e Nikon®). Além da observação de cada composto em placa de Petri, ou de misturas compatíveis de vários cristais, os visitantes foram incentivados a tirar fotografias encostando o telemóvel à ocular, mesmo na ausência de adaptador. Apesar de rudimentar, esta técnica, hoje

designada por fotomicrografia afocal, permitiu obter algumas fotos de qualidade razoável, como se pode observar nas Figs. 2-4, para cristais de substâncias compatíveis, isto é, que não reagem umas com as outras durante períodos curtos, necessários à observação.

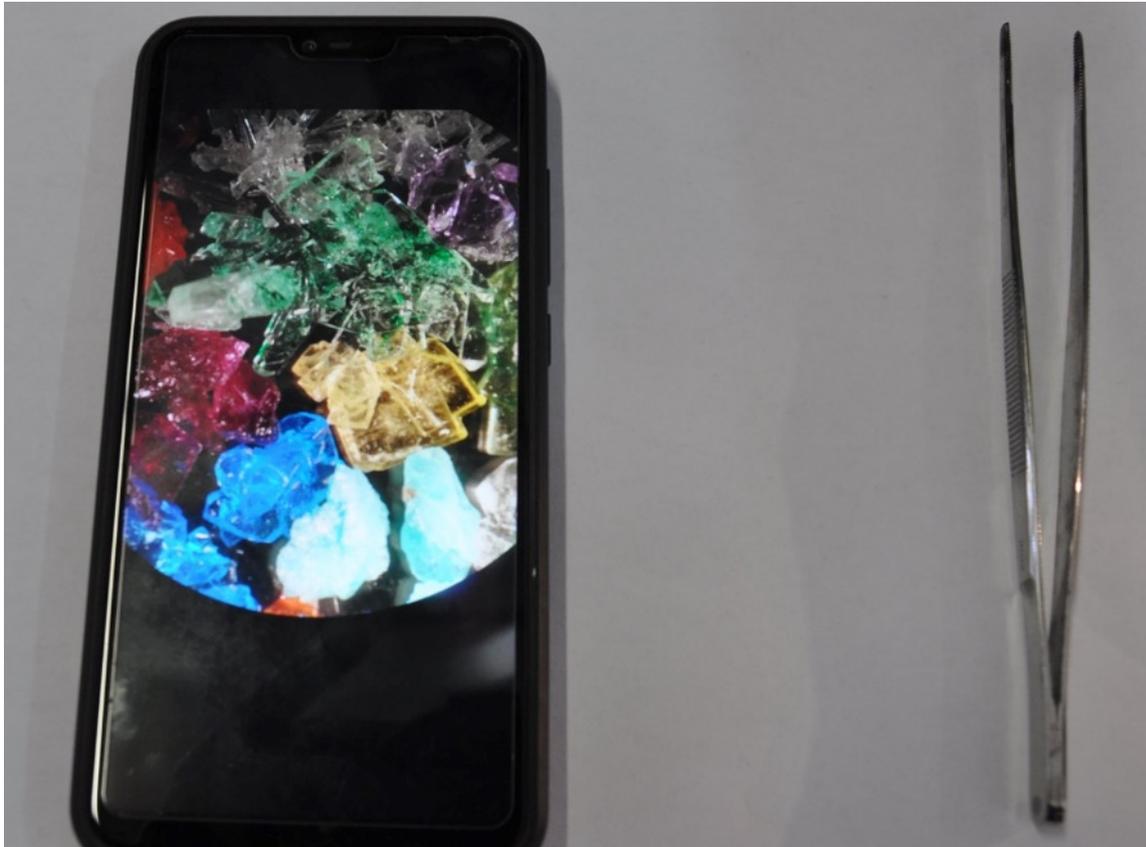


Figura 4 – Fotomicrografia 10x, tirada com telemóvel encostado à ocular da lupa estereoscópica binocular Olympus®, Fig.2, no posto de observação dos Júniores. Crédito, Dulce Simão.

O posto de trabalho dedicado aos mais velhos, os Sêniores (10^o-12^o), Figs.1, 7-10, funcionou articulado com uma pequena exposição de cristais e redes cristalinas rigorosas, designada por “Cristais: Uma Viagem no Tempo e no Espaço”, cuja descrição se fará num outro Capítulo. Como já foi dito, houve uma certa preocupação em fazer uma interligação entre os assuntos abordados nas várias experiências do módulo 3D. Por exemplo, a Tabela Periódica impressa em 3D, inserida na exposição (Figs.2,8-10) foi ligada à Tabela Periódica de Keith Enevoldsen, nomeadamente às fichas dos elementos que entram na constituição dos cristais e amostras analisadas [4,14]: C, H, N, P, Zr, Pt, Al, Co, Cr, Fe, etc. Estas fichas acompanham a descrição da maioria dos cristais



Figura 5 – Observação de cristais químicos à lupa estereoscópica, posto de observação para os Júniores, 2º e 3º ciclos. Todos os compostos foram preparados com muita antecedência. Algumas amostras foram preparadas especificamente para este evento, outras estavam armazenadas.



No DEQ IST



Cristais 3D Laboratórios Abertos
2020



Figura 6 – Formação de monitores, observação de cristais químicos à lupa estereoscópica, posto de observação dos Laboratórios para os Júniores. Crédito fotográfico: Natália Rocha. Nesta imagem veem-se as duas lupas utilizadas, Olympus® e Nikon®.



Figura 7 – Observação de cristais químicos de cultura, Séniores (10^o -12^o) e Exposição de cristais e redes cristalinas à esquerda. Na parede, à direita, a exposição da Arte “On the Rocks” de Cristina Fontoura Carvalhão.

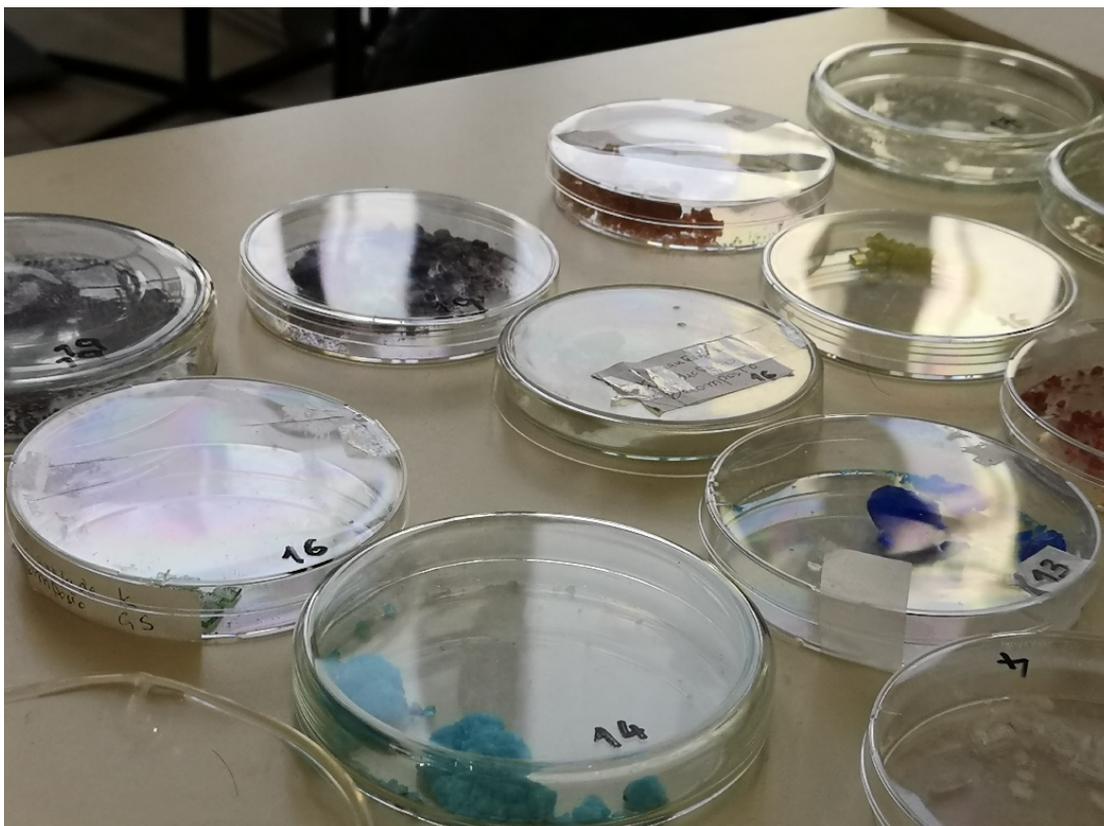


Figura 8 – Cristais de cultura (Séniore) e pequena exposição de cristais e redes cristalinas, em cima.



Figura 9 – Panorâmica do átrio da Torre Sul, Laboratórios Abertos 2020, DEQ. Exposição de cristais e redes cristalinas. Na gravura de cima pode observar-se a Tabela Periódica impressa em 3D. Neste trabalho de cristais, a ligação à impressão 3D foi feita utilizando as fichas da Tabela Periódica de Keith Enevoldsen, muito popular no Ano Internacional da Tabela Periódica 2019, retomada noutros capítulos [4, 14].



Figura 10 – Panorâmica da entrada da Torre Sul, onde esteve instalado o módulo de Química 3D para os séniores: à esquerda o módulo de impressão 3D e as peças impressas, incluindo a Tabela Periódica, o módulo de biomateriais e polímeros para próteses e hidrogéis, o bloco de moléculas orgânicas em realidade virtual, a observação de cristais químicos em 3D à lupa estereoscópica e a exposição de cristais e redes cristalinas [2,12]. Na parede, ao fundo, as obras de Arte “On the Rocks “ de Cristina Fontoura Carvalhão. Na foto do lado direito, em baixo, trocando impressões com o Prof. Rui Varela, da Escola Maria Amália Vaz de Carvalho, que colaborou num projecto de crescimento de cristais “On the Rocks” e de ligação da Ciência e à Arte, Figura 11 [15].

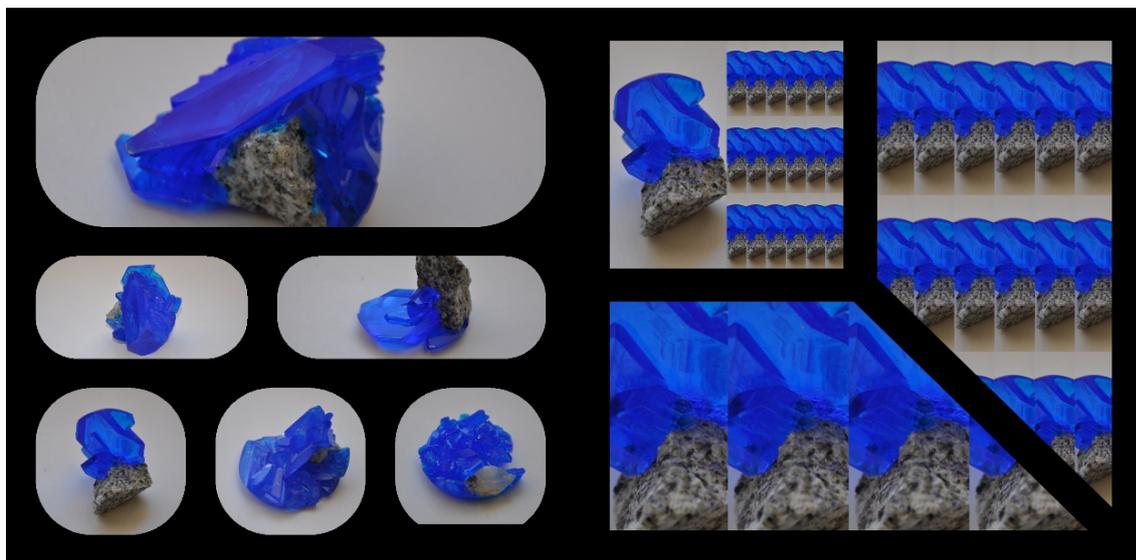


Figura 11 – Cristais de sulfato de cobre pentahidratado em granito, produzidos na Escola Maria Amália Vaz de Carvalho e padrões decorativos deles derivados usando regras de simetria simples. Colaboração com os Professores desta Escola, na exposição Artesãos do Século XXI [15].

seleccionados, nos capítulos respectivos. A divulgação da Tabela Periódica foi feita durante 2019, IYPT 2019, mas depois do investimento feito, tão centrado na Química, pretende-se não deixar todo esse trabalho na prateleira e dar-lhe continuidade, Figs. 12-14.



Figura 12 – Divulgação da Tabela Periódica na abertura do IYPT2019. Organização do DEQ, Dulce Simão.

Do bloco referente aos biomateriais/biopolímeros para uso em implantes, coroas dentárias e outras próteses, incluídos na Química 3D, faziam parte metais como o aço inoxidável (liga de ferro e carbono), a platina (Fig. 14) e ligas de cobalto-cromo com outros elementos metálicos [2,12,16]. Por isso mesmo a lista de cristais continha compostos de ferro em vários estados de oxidação (2+, 3+), cromo (3+) e cobalto (2+) [2]. Também nesse bloco havia exemplos de materiais cerâmicos como a alumina, a zircónia e a hidroxiapatite, fosfato tricálcico [16]. Em relação a este segundo grupo, foram incluídos cristais de alumínio (alúmen de potássio e suas soluções sólidas com alúmen de cromo), as zircónias cúbicas, um quartzo citrino e um fosfato (dihidrogenofosfato de amónio). Para fazer a ligação com os polímeros dos biomateriais [16], foram incluídos cristais de glicina, um aminoácido constituinte das proteínas, também relacionado com o bloco de Química orgânica. Os aminoácidos combinam-se por reacções de condensação para formar as cadeias proteicas, processo semelhante ao que ocorre nos polímeros. Poderiam ter sido escolhidos outros polímeros para fazer a ligação, como é o caso das fibras têxteis, mas a observação à lupa em 3D seria demasiado elementar [18].



Figura 13 – Fichas apresentadas na Exposição de Química e Arte: Somos Elementos da Tabela Periódica, durante os Laboratórios Abertos 2019, DEQ. Compostos e reacções estudadas à lupa estereoscópica, com as fichas dos elementos de Keith Enevoldsen [4]. Parte destas fichas serão discutidas no contexto deste trabalho.

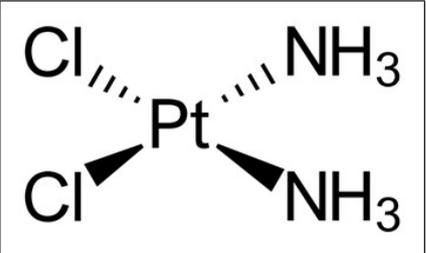
<p>Pt  78 Platinum</p>  <p>Labware</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Pt Platinum 78 non-corroding dense metal; labware, spark plugs, catalyst, pollution control, petroleum cracking, processing fats</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	
<p>elements.wlonk.com</p>		<p>Cruz de platina à lupa estereoscópica, 10x (1,5 cm). Diamante ao centro, aparas de diamantes e safiras azuis. A platina é usada em jóias.</p> <p>Clementina Teixeira, Artesãos do Século XXI , microscopia aplicada ao desenvolvimento de padrões decorativos.</p>
	<p>Compostos de coordenação de platina no tratamento do cancro.</p> <p>IYPT2019</p>	
<p>https://en.wikipedia.org/wiki/Platinum-based_antineoplastic</p>		

Figura 14 – A platina é um metal precioso usado em biomateriais, próteses, joalheria e material de laboratório (cadinhos de platina). Exemplo da ficha da platina construída com uma jóia observada à lupa estereoscópica e a ficha do elemento da Tabela Periódica de Keith Enevoldsen. Os visitantes puderam observar uma peça de joalheria em platina, bem como um cadinho usado em laboratório [4].

Em relação à simulação de moléculas orgânicas em realidade virtual, outro dos blocos da Química 3D [12,17] houve a preocupação de incluir também na observação à lupa, vários cristais de substâncias orgânicas: ureia (Fig.15) tiourea, salicilato de fenilo (salol) Fig.16, ácido tartárico, sal de Rochelle (tartarato de sódio e potássio tetrahidratado) Fig. 17, etc.

Os cristais químicos para observação aqui incluídos não são minerais. São produzidos em laboratório, embora alguns deles existam na Natureza na forma mineral, sem que o Homem tenha contribuído para a sua formação [2]. No trabalho experimental utilizaram-se muitas amostras antigas, algumas conservadas em armários há mais de vinte anos, no escuro, ao abrigo do pó, calor e humidade. Muitas dessas amostras resultaram da preparação de cristais em rochas e superfícies rugosas, o método “On the rocks”: existem sempre imensos cristais que não ficam agarrados ao suporte de superfície rugosa, rocha ou concha, e muito deles podem ser

conservados e utilizados posteriormente como material didático. Recentemente descobriu-se uma antiga coleção de cristalizadores com sais inorgânicos incolores, dopados com corantes alimentares que apesar de se degradarem com a luz, se mantiveram incólumes durante cerca de 18 anos armazenados no escuro, ao abrigo do pó e da humidade Figs. 21-23. Estas e outras amostras feitas propositadamente para o evento foram fotografadas à lupa com telemóvel e também em foto macro. A partir das fotos estão a ser construídos padrões decorativos utilizando regras de simetria simples (reflexão, translação, rotação, reflexão deslizante e fotomanipulação).

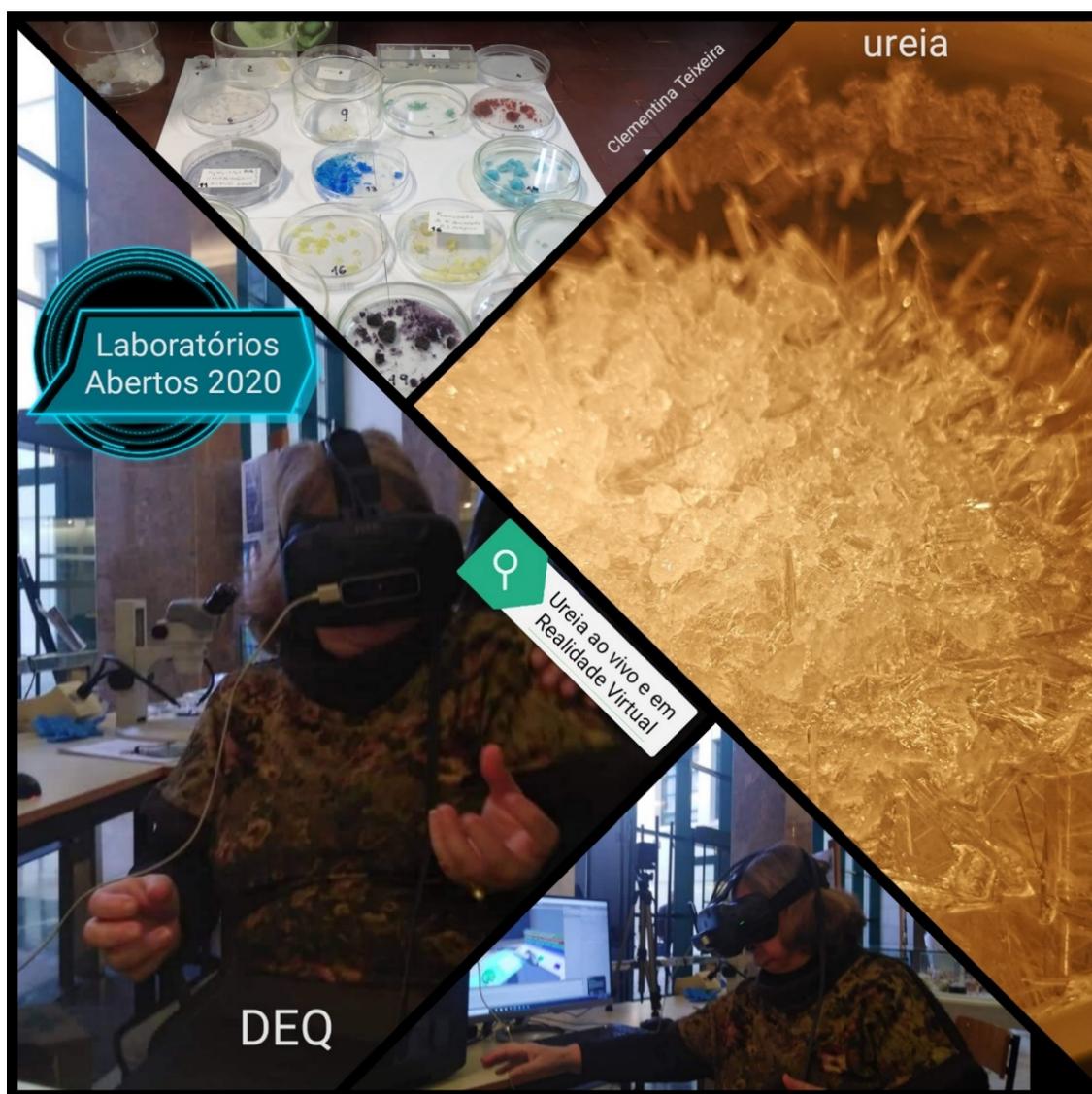


Figura 15 – A ureia forma cristais aciculares lindíssimos, muito frágeis, agulhas. Foi cristalizada por evaporação, em repouso, a baixa temperatura, cerca de 5°C, a partir de soluções aquosas sobressaturadas. A molécula da ureia foi simulada no módulo de realidade virtual, embora o programa, na altura, ainda não estivesse suficientemente desenvolvido para reproduzir os ângulos entre as ligações [12]. Neste trabalho os cristais de ureia são apresentados numa secção própria.



Figura 16 – Cartazes da Exposição dos Laboratórios Abertos 2018 relativos à Química dos cristais de salol, salicilato de fenilo, um clássico de demonstração de métodos de cristalização e observação à lupa estereoscópica, apresentado noutra secção [19]. Salientam-se para este composto os estudos de termomicroscopia de luz polarizada, a ligação à Arte a partir das belíssimas e coloridas fotomicrografias, e alguns padrões decorativos impressos e plastificados para fazer capas de álbuns, e que foram integrados na Exposição Artesãos do Século XXI [11, 19].

A observação à lupa deve ser feita com muito cuidado, utilizando pinças para manusear as amostras disponíveis em caixas de Petri. Muitas das amostras são perigosas, tóxicas ou nocivas, pelo que durante a observação não devem levar as mãos à boca, nariz e olhos, obedecendo às regras de segurança habituais. Substâncias carcinogénicas como é o caso dos compostos de níquel e de cromo (6+), cromatos e dicromatos, não foram incluídos na lista dos observáveis, mas remetidos para a exposição. Não é aconselhável misturar amostras para evitar a ocorrência de reações que levem à destruição dos compostos, bem como a adição de outros reagentes. No entanto, o monitor pode e deve efectuar pequenas demonstrações misturando compostos,

Admirável MUNDO NOVO

Jornal da Noite

SIC NOTÍCIAS 2025

Nuno Maulide
40 ANOS
QUÍMICO ORGÂNICO
COMUNICADOR DE CIÊNCIA
CIENTISTA DO ANO NA ÁUSTRIA
PROF. CATEDRÁTICO DA UNIVERSIDADE DE VIENNA
INVESTIGADOR ADJUNTO NO CENTRO DE MEDICINA MOLECULAR DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS AUSTRIACA

MUNDO

Gosto **Comentar** **Partilhar**

3 182 pessoas alcançadas >

Promover publicação

Figura 17 – Entrevista de Nuno Maulide no programa Admirável Mundo Novo da Sic Notícias, com a rede cristalina rigorosa do Sal de Rochelle, tartarato de sódio e potássio tetrahidratado (Beevers Miniature Models®) e sua divulgação na rede social Facebook [20], organizada por Joana Lobo Antunes.

adicionando água ou solvente, de forma controlada, com uma finalidade pedagógica específica. As oculares das lupas devem ser limpas com frequência, utilizando tecidos aveludados não abrasivos apropriados para lentes ópticas e disponibilizados no local.

Algumas surpresas desagradáveis ocorreram durante os ensaios, em ambientes muito húmidos, nomeadamente com compostos deliquescentes e higroscópicos. Foi o caso do cloreto de cobre (2+) dihidratado, do cloreto de cobalto (2+) hexahidratado, os dois muito deliquescentes, formando uma fase líquida na qual se dissolveu a maioria dos cristais e do cloreto de sódio, muito higroscópico, com o mesmo efeito. Por isso mesmo as amostras foram diferentes nos dois postos de observação, Júniores e Séniores, com condições de humidade atmosférica distintas.

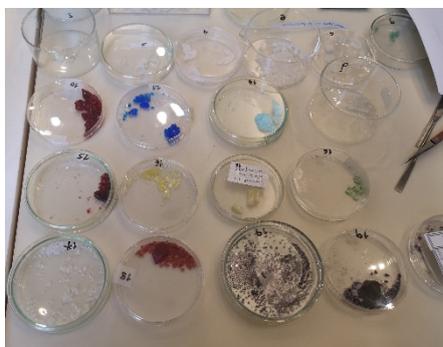


Figura 18 – Cristais nos Séniores, observação à lupa estereoscópica.

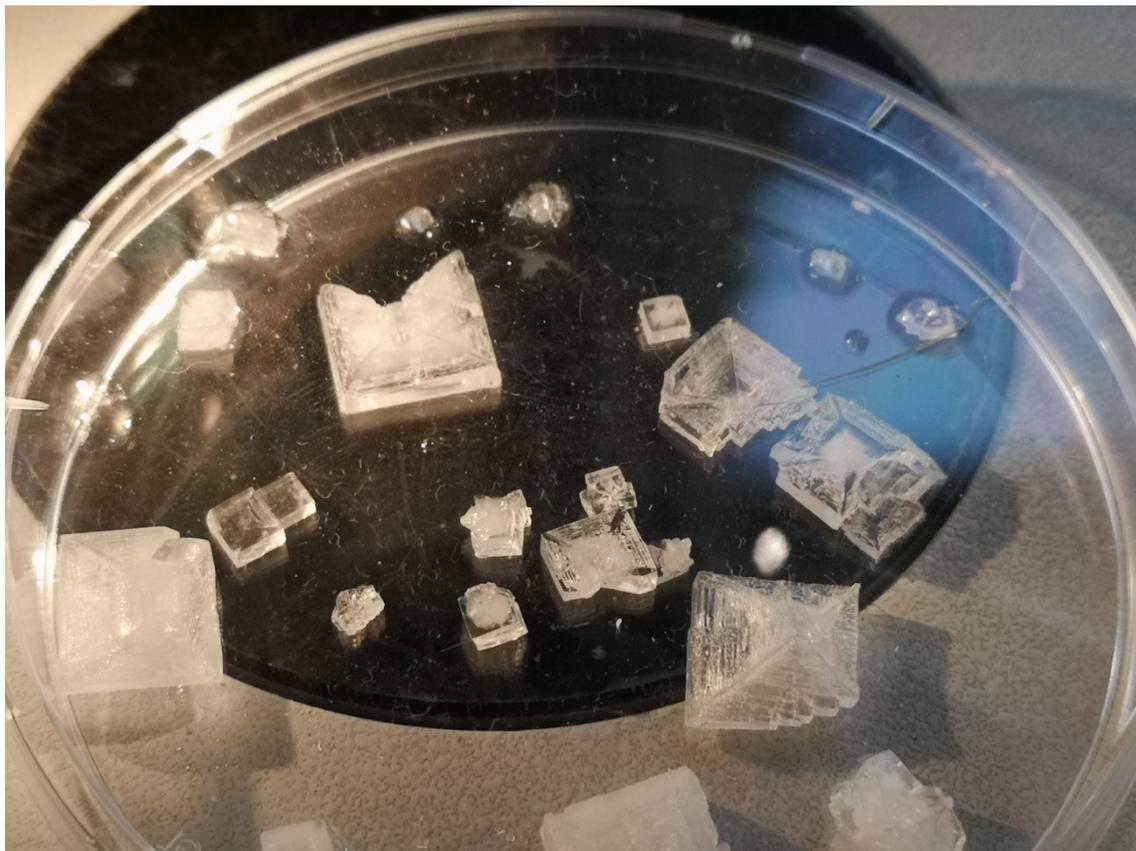


Figura 19 – Cristais tesserais de cloreto de sódio, com defeitos cristalinos, em cruz de Pátea, os malteses [2,21], com gotas de água visíveis na foto e que se perderam, devido ao seu carácter higroscópico.



Figura 20 – O espólio dos laboratórios do DEQ: cristais de grandes dimensões em ampolas, muito antigas, de marca alemã, que esperam a sua identificação e inclusão na coleção museológica do DEQ. Muitas destas amostras já foram identificadas e expostas neste evento. Material didático para o ensino de crescimento de cristais, muito provavelmente pela técnica clássica de suspensão por um fio.



Clementina Teixeira, Semana da
Ciência e da Tecnologia 2019

Figura 21 – Exposição de cristais químicos cultivados em Laboratório, em cristalizadores, durante a Semana da Ciência e da Tecnologia 2019, no Centro de Química Estrutural do IST, Complexo Interdisciplinar [22]. Amostras de sais inorgânicos incolores com corantes alimentares (dois de cor violeta, com carmoisine, e um de cor laranja, com amarelo sol); em baixo um verde, sulfato de magnésio heptahidratado com mistura de tartrazina e azul brilhante FCF [23, 24]; os restantes, três compostos de cobre, cloreto de cobre dihidratado, acetato de cobre monohidratado e complexo de cobre com glicina [24].

Clementina Teixeira, Semana da
Ciência e da Tecnologia 2019

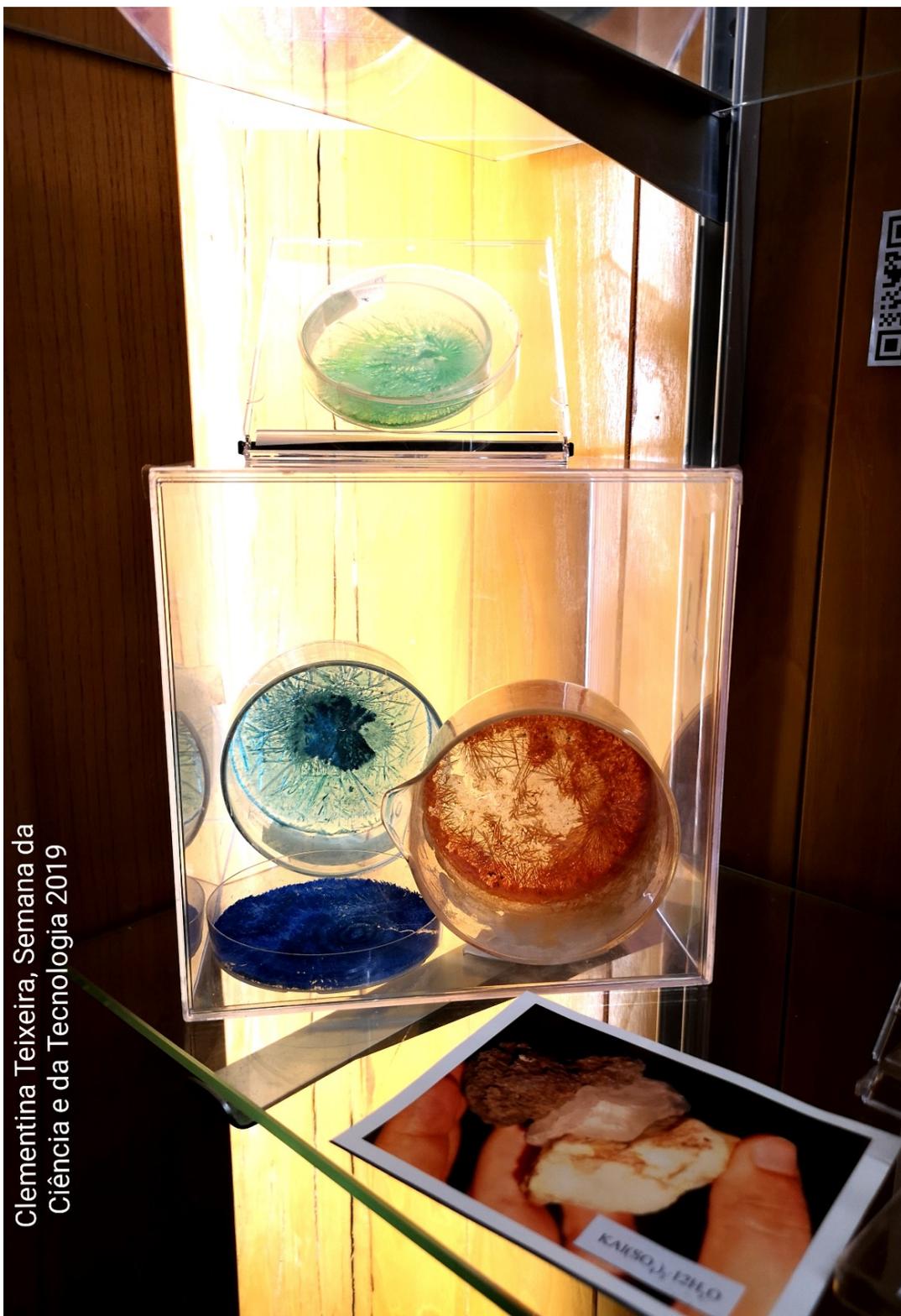


Figura 22 – Exposição de cristais químicos cultivados em Laboratório, em cristalizadores na Semana da Ciência e da Tecnologia 2019, no Centro de Química Estrutural do IST. Os cristalizadores foram montados em caixas de telemóveis recicladas [22-24].



Figura 23 – Exposição de cristais químicos cultivados em Laboratório, em cristalizadores, e amostras de cristais “On the rocks” na Semana da Ciência e da Tecnologia 2019, no CQE, IST. Os cristalizadores foram montados em caixas de telemóveis recicladas. Vários exemplos de materiais didáticos desenvolvidos por

financiamento de projetos Ciência Viva do CQE-IST. Também em destaque, as redes cristalinas rigorosas Beavers (Miramodus Molecular Models®) de alguns cristais. Na figura em baixo, cristais inorgânicos em cristalizadores para visualização à lupa estereoscópica, alguns deles conservados desde 2002 e que fotografados em macro e em fotomicrografia têm permitido desenvolver padrões decorativos interessantes [22-25].

Agradecimentos

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal, Centro de Química Estrutural – Project UIOB/00100/2020 (financiamento parcial). Clementina Teixeira agradece os equipamentos cedidos pelos GeoMuseus do IST, ao abrigo de uma colaboração com o Prof. Manuel Francisco Costa Pereira que data de há vários anos.

Bibliografia e Notas

- [1] – Este é o primeiro de vários Capítulos de uma publicação que abarca o trabalho de cristais químicos apresentado nos Laboratórios Abertos 2020 do DEQ e outras ações de divulgação desenvolvidas no Centro de Química Estrutural do IST.
- [2] – 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, Fevereiro 2020, p127-180.
- [3] – Clementina Teixeira, Os Cristais no Ensino e Divulgação da Química, Colóquio Ciências, Fundação Calouste Gulbenkian, **25**, 20-36 (2000).
- [4] – 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.
- [5] – C. Teixeira, V. André, N. Lourenço, M. J. Rodrigues, “Crescimento de Cristais por Nucleação Heterogénea: On the Rocks Revisited”, *Ciência e Tecnologia dos Materiais*, 19, nº1-2 (2007) 66-77.
- [6] – C. Teixeira, (Colaboradores: N. Lourenço, S. Matos, M. J. Rodrigues, P. Ferreira da Silva, N. Sousa), “On The Rocks” Crystallization on Rough Surfaces -*video nº2*, Departamento de Engenharia Química e Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1096 Lisboa Codex, Julho1997, Junho 2000, ISBN 972-98598-0-9, p1-69. DOI: 10.13140/2.1.1493.2161.
- [7] – Clementina Teixeira, (Colaboradores: Nuno Lourenço, Sandro Matos, Maria José Rodrigues, Palmira Ferreira da Silva, Noé Sousa, Escolas Secundárias Manuel Cargaleiro e Palmela). “**As Rochas Ornamentais e Os Minerais Sintéticos**”, *video nº1*, Departamento de Engenharia Química e Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1096 Lisboa Codex, Abril 1997, Junho 2000, ISBN 972-98598-0-9, p1-24. Comercializado pela empresa SITAF e directamente pelo CQE/IST. Vem acompanhado com um pequeno catálogo com a identificação dos cristais. DOI: 10.13140/2.1.4039.9048.

<https://www.researchgate.net/publication/268148674> *As Rochas Ornamentais e Os Minerais Sintéticos video n1* (texto)

- [8] – [https://www.researchgate.net/publication/337480758 Rochas-Ornamentais-e-Minerais-Sinteticos-720pmp4](https://www.researchgate.net/publication/337480758_Rochas-Ornamentais-e-Minerais-Sinteticos-720pmp4)
<https://www.youtube.com/watch?v=75HYbF4xi5k>
- [9] – Clementina Teixeira, Erik Ceshini Panighel Benedicto, **The Hidden Beauty of Chemical Reactions, Beautiful Chemical Reactions under the Stereomicroscope. Pgs1-30**, Novembro 2014.
DOI: 10.13140/2.1.4483.2961.
[https://www.researchgate.net/publication/268214168 The Hidden Beauty of Chemical Reactions Beautiful Chemical Reactions under the Stereomicroscope](https://www.researchgate.net/publication/268214168_The_Hidden_Beauty_of_Chemical_Reactions_Beautiful_Chemical_Reactions_under_the_Stereomicroscope)
- [10] – 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/326395751 Ciencia e Arte Simetrias](https://www.researchgate.net/publication/326395751_Ciencia_e_Arte_Simetrias)
- [11] – C. 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.
- [12] – 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, acessado 13/5/2020.
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689468335635879/Livro%20dos%20Laboratorios%20Abertos%202020.pdf>.
- [13] – Clementina Teixeira, Hermínio Diogo, Manuel Francisco Costa Pereira, Maria Conceição Oliveira, Vânia André, “Rede Cristalina: 25 anos de Divulgação em Química”, Apresentação de Projeto, VI Encontro Internacional da Casa das Ciências, Livro de Resumos, p75,76, 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](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)
- [14] – Clementina Teixeira, Manuel Francisco Costa Pereira, [Semana da Ciência e da Tecnologia 2018, Ciência Viva, Centro de Química Estrutural do Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa](https://www.researchgate.net/publication/330202205_Semana_da_Ciencia_e_da_Tecnologia_2018_Ciencia_Viva_Centro_de_Quimica_Estrutural_do_Instituto_Superior_Tecnico_Universidade_de_Lisboa), 21-23 de Novembro 2018 (com a colaboração de Museu Alfredo Bensaúde, Museu Décio Thadeu e Departamento de Engenharia Química). DOI: 10.13140/RG.2.2.10410.88004.
[https://www.researchgate.net/publication/330202205 Semana da Ciencia e da Tecnologia 2018 Ciencia Viva no Centro de Quimica Estrutural do Instituto Superior Tecnico Universidade de Lisboa](https://www.researchgate.net/publication/330202205_Semana_da_Ciencia_e_da_Tecnologia_2018_Ciencia_Viva_no_Centro_de_Quimica_Estrutural_do_Instituto_Superior_Tecnico_Universidade_de_Lisboa)
- [15] – Clementina Teixeira, Helena M.G.S. M Trigo Teixeira, Rui P.G.Vareda, M.V. Barrôgo Linhas, Jacob Christian Poen de Wijs, **Crystals, Microscopy and the Art of Poen de Wijs, Copper Sulphate(II) pentahydrate “On the Rocks”**, 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/325662219 Clementina Teixeira Helena MGS M Trigo Teixeira Rui PGVareda MV Barrogo Linhas Jacob Christian Poen de Wijs Crystals Microscopy and the Art of Poen de Wijs Copper SulphateII pentahydrate On the Rocks](https://www.researchgate.net/publication/325662219_Clementina_Teixeira_Helena_MGS_M_Trigo_Teixeira_Rui_PGVareda_MV_Barrogo_Linhas_Jacob_Christian_Poen_de_Wijs_Crystals_Microscopy_and_the_Art_of_Poen_de_Wijs_Copper_SulphateII_pentahydrate_On_the_Rocks)
[https://www.researchgate.net/publication/325662139 Clementina Teixeira Poen de Wijs Copper Sulphate](https://www.researchgate.net/publication/325662139_Clementina_Teixeira_Poen_de_Wijs_Copper_Sulphate)

- [16] – Da referência 12 fazem parte dois trabalhos de biomateriais da autoria de Ana Paula Serro e colaboradores, uma palestra e um bloco de experiências 3D.
- [17] – Da referência 12 faz parte um bloco de Química 3D em Realidade Virtual com jogos para estabelecer a estrutura de moléculas orgânicas.
- [18]–Clementina Teixeira, Exposição Nó Cego, reciclagem de têxteis, ref. 4.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1907332722640931/1907333299307540/?type=3&theater>, acessado 14/5/2020.
- [19] – H. P. Diogo, C. Teixeira, G. Santos, E. C. P. Benedicto, Retratos de uma molécula: salol. Observação da Cristalização por Termomicroscopia de Luz Polarizada e Microscopia Ótica, comunicação em poster, III Encontro Internacional da Casa das Ciências, ISEP, Porto, 11-13 de Julho 2016.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/1286468528060690/?type=3&theater>
https://www.facebook.com/pg/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=1012523065455239
- [20] –<https://sicnoticias.pt/programas/admiravel-mundo-novo1/2020-01-01-Tornar-as-reacoes-quimicas-mais-limpas-e-sustentaveis>, acessado 19/1/20.
- [21] – C. Teixeira, V. André, S. Chaves, H. Diogo, N. Lourenço, F. Meneses, “Água quase tudo...e cloreto de sódio: purificação do cloreto de sódio”, Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, 106, 18-29, 2007.
https://www.researchgate.net/publication/234101140_gua_quase_tudo...e_cloreto_de_sodio_purificao_do_cloreto_de_sodio
- [22] – Clementina Teixeira, Semana da Ciência e da Tecnologia 2019, Ciência Viva, Visita guiada a módulos expositivos, “Cristais On the Rocks e divulgação da ciência com ligação à arte”, 28, 29 de Novembro de 2019.
- [23] – Clementina Teixeira, Projeto Pinilla, David Fernandez Pinilla, Henrique Matos e Cristina Fernandes, estudo de sais inorgânico incolores coloridos com corantes alimentares, resultados não publicados.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3192826640758193/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3731151150259070/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3348069388567250/?type=3&theater>
- [24] – 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
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/2926105104097016/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/2927567293950797/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/2927567840617409/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/3460609350646586/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/2510484122325785/?type=3&theater>

[25] – Clementina Teixeira, Padrões de Química, Simetria e Fotomanipulação.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3741565915884260/?type=3&theater>

Capítulo 2. Observação de objetos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Zircónias.

Clementina Teixeira

Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Este é o segundo Capítulo da publicação de cristais à lupa estereoscópica, tema apresentado num módulo designado por Química 3D, nos Laboratórios Abertos 2020 do DEQ, em colaboração com o Centro de Química Estrutural do IST [1-3]. Os conteúdos aqui desenvolvidos são um prolongamento do trabalho apresentado numa secção da exposição itinerante “Artesãos do Século XXI” [4] que decorreu em várias escolas e no IST (2009-2020), a qual incluía um tema sobre jóias e artigos de ourivesaria, Ourives do Século XXI [5,6]. Como objetos de estudo foram escolhidos anéis de ouro com zircónias cúbicas, cristais químicos de dióxido de zircónio, sintetizados como imitação do diamante pelo seu brilho e forma de lapidação, o que torna as peças muito mais acessíveis, Figs. 1,3,4,7-10. Numa das peças observou-se também um quartzo citrino de cor amarela e ainda foram vistas várias zircónias soltas e encastoadas em objectos de adorno antigos. A visualização destes itens à lupa estereoscópica é entusiasmante, com grande adesão do público que muitas vezes traz as suas próprias peças para observar. Com as fotomicrografias obtidas encostando telemóveis e câmaras digitais à ocular da lupa constroem-se padrões decorativos com regras de simetria muito simples (reflexão, translação, rotação, reflexão deslizante) com programas como o Photoshop®, Power Point®, Picasa®, programas de simetria, tal como o GeCla® [7-10] e muitas outras aplicações de fotomanipulação e montagem disponíveis de forma gratuita para telemóveis. Para cada sistema estudado foram feitas fichas recorrendo à Tabela Periódica de Keith Enevoldsen [11] para os elementos envolvidos, *ie*, o zircónio, o ouro e o silício do quartzo citrino (sílica, SiO₂, com inclusões férricas). Além da



Figura 1- Anel de ouro com zircónias e quartzo citrino, 25x

ourivesaria as zircónias cúbicas sintéticas são usadas como biomateriais cerâmicos [12] para próteses ósseas, dentárias e implantes, Fig. 2, investigação liderada no IST por Ana Paula Serro [13,14].

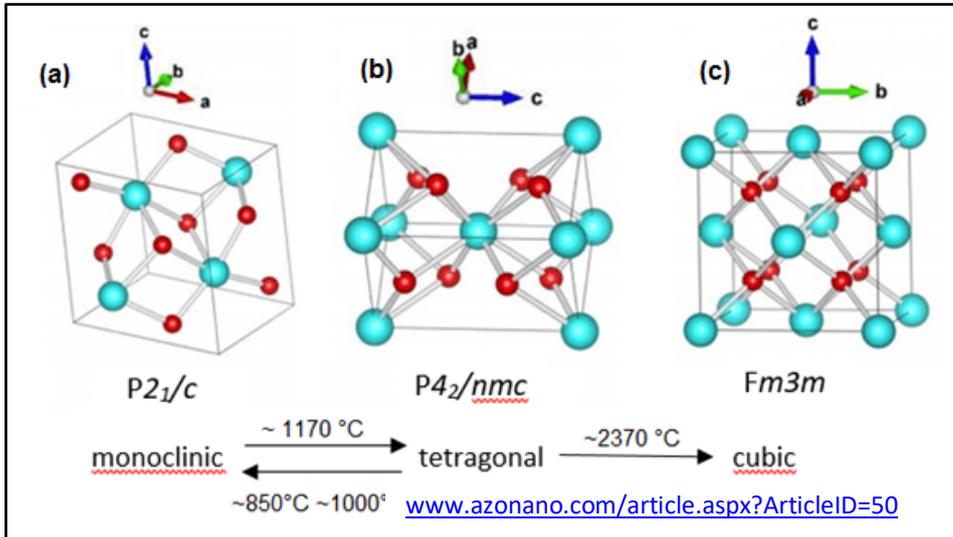


Figura2 – O zircónio entra na composição das zircónias usadas como biomateriais cerâmicos [14]. As zircónias cúbicas sintéticas de ourivesaria são um dos três polimorfos do ZrO_2 , cristalizam no sistema cúbico, estrutura cúbica de faces centradas. As amostras observadas foram partilhadas no módulo 3D por dois grupos, os cristais 3D e os biomateriais. A figura mostra as redes cristalinas dos três polimorfos do ZrO_2 (Zircónio=azul, oxigénio, =vermelho). Os polimorfos apresentam a mesma constituição química, ie, a mesma fórmula e ligações, diferindo no empacotamento.

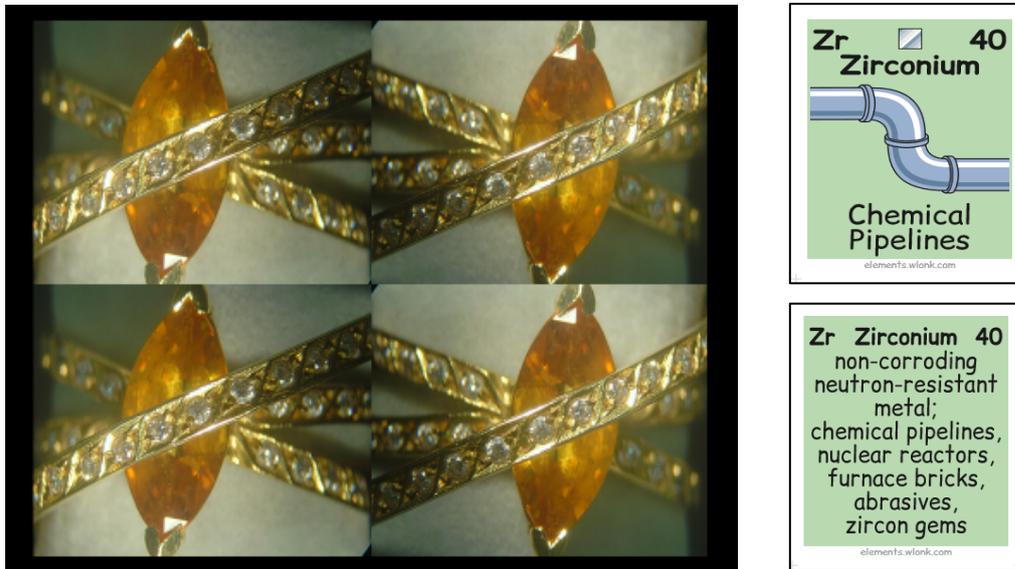


Figura 3 – Anel em ouro com quartzo citrino e zircónias imitando o diamante, lupa estereoscópica, 10x. Capa de álbum, simetrias de translação, um dos primeiros trabalhos dos Artesãos do Século XXI [4,5]. Ligação à Tabela Periódica de Keith Enevoldsen: zircónio, o elemento que se pretende realçar. Mas

poderíamos de igual modo juntar as fichas do ouro, do silício e até o do ferro, pois os quartzos citrinos são dióxido de silício com impurezas férricas.



Figura 4 – Fotomicrografias do anel de ouro com quartzo citrino e zircónias à lupa estereoscópica, 10x, em cima, 25x nas outras duas fotomicrografias. Fotomanipulação e efeitos digitais com o Picasa® com inversão de cores, imagem azul. Corresponde ao negativo de uma foto [15,16].

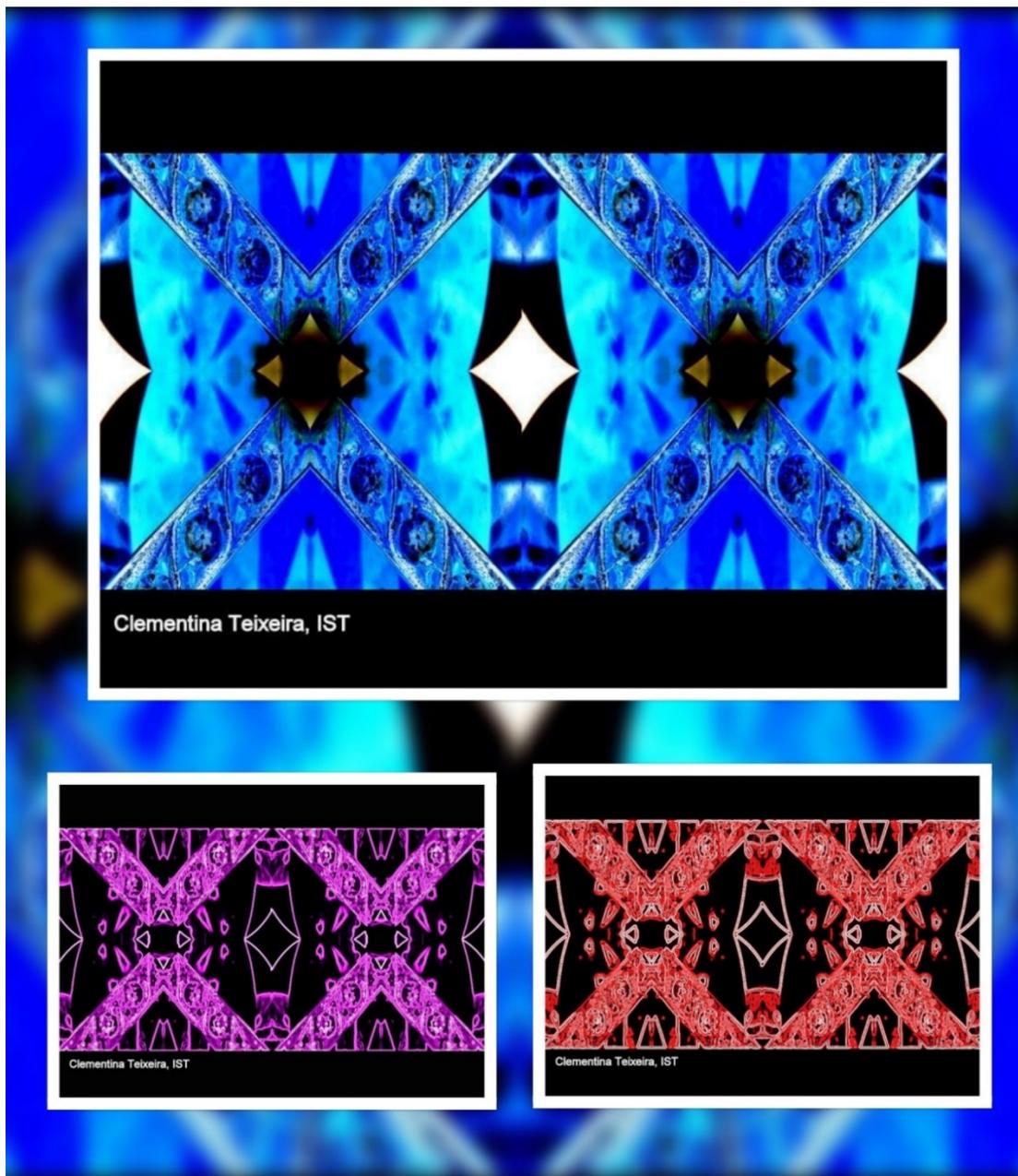
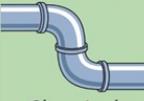


Figura 5 – Simetrias feitas a partir da figura anterior, imagem azul, dois eixos de simetria de reflexão, formando uma máscara de “mocho”, em cima [15,16], projeto para crianças desenvolvido na rede social Facebook, a partir de fotomicrografias e regras de simetria muito simples (aqui, simetrias de reflexão e translação). Em baixo, efeitos digitais feitos com o programa Picasa®. A coleção de máscaras foi ligada à obra de Poen de Wijs, num projeto de Ciência e Arte para crianças. Além das máscaras podem ser produzidos padrões decorativos para imprimir e fazer acessórios para jóias, papel de embrulho, folhas de papel decorativas para origami, etc. [4-7]. Este projeto de máscaras está suspenso, pois existe um outro tipo de máscaras de proteção que por agora é muito mais importante. Seria demais ver as crianças usando máscaras de Carnaval e em simultâneo máscaras cirúrgicas! Poderá seguir o projeto num álbum a ele dedicado no Facebook e publicações na Researchgate [7,8].

<p>Zr  40 Zirconium</p>  <p>Chemical Pipelines</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr Zirconium 40 non-corroding neutron-resistant metal; chemical pipelines, nuclear reactors, furnace bricks, abrasives, zircon gems</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr  40 Zirconium</p>  <p>Chemical Pipelines</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr Zirconium 40 non-corroding neutron-resistant metal; chemical pipelines, nuclear reactors, furnace bricks, abrasives, zircon gems</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr  40 Zirconium</p>  <p>Chemical Pipelines</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p> <p>Zr Zirconium 40 non-corroding neutron-resistant metal; chemical pipelines, nuclear reactors, furnace bricks, abrasives, zircon gems</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>
<p>Zr  40 Zirconium</p>  <p>Chemical Pipelines</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr Zirconium 40 non-corroding neutron-resistant metal; chemical pipelines, nuclear reactors, furnace bricks, abrasives, zircon gems</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr  40 Zirconium</p>  <p>Chemical Pipelines</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr Zirconium 40 non-corroding neutron-resistant metal; chemical pipelines, nuclear reactors, furnace bricks, abrasives, zircon gems</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	
<p>Zr  40 Zirconium</p>  <p>Chemical Pipelines</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr Zirconium 40 non-corroding neutron-resistant metal; chemical pipelines, nuclear reactors, furnace bricks, abrasives, zircon gems</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr  40 Zirconium</p>  <p>Chemical Pipelines</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Zr Zirconium 40 non-corroding neutron-resistant metal; chemical pipelines, nuclear reactors, furnace bricks, abrasives, zircon gems</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	
<p>Thank you Keith Enevoldsen!!!!!! Clementina Teixeira, IYPT2019 elements.wlonk.com</p>				

<p>Au   79 Gold</p>  <p>Jewelry</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Au Gold 79 most malleable element, dense non-tarnishing colored metal; jewelry, coins, ultra-thin gold leaf, electric contacts</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Au   79 Gold</p>  <p>Jewelry</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Au Gold 79 most malleable element, dense non-tarnishing colored metal; jewelry, coins, ultra-thin gold leaf, electric contacts</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Keith Enevoldsen elements.wlonk.com</p> <p>Clementina Teixeira</p> <p>IYPT2019.</p> <p>Ano Internacional da Tabela Periódica 2019</p> <p>Au   79 Gold</p>  <p>Jewelry</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>
<p>Au   79 Gold</p>  <p>Jewelry</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Au Gold 79 most malleable element, dense non-tarnishing colored metal; jewelry, coins, ultra-thin gold leaf, electric contacts</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Au   79 Gold</p>  <p>Jewelry</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Au Gold 79 most malleable element, dense non-tarnishing colored metal; jewelry, coins, ultra-thin gold leaf, electric contacts</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	
<p>Au   79 Gold</p>  <p>Jewelry</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Au Gold 79 most malleable element, dense non-tarnishing colored metal; jewelry, coins, ultra-thin gold leaf, electric contacts</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Au   79 Gold</p>  <p>Jewelry</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Au Gold 79 most malleable element, dense non-tarnishing colored metal; jewelry, coins, ultra-thin gold leaf, electric contacts</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	

Figura 6 – A Tabela Periódica de Keith Enevoldsen foi muito divulgada durante o Ano Internacional da Tabela Periódica, 2019, existindo também uma versão traduzida no Brasil [9,11]. Nesta figura as fichas

do Zircónio e do Ouro presentes no anel poderiam ser recortadas para distribuir pelos alunos e acopladas às respectivas fotomicrografias, fazendo uma ficha mais completa.



<p>Si   14 Silicon</p>  <p>Stone, Sand, and Soil</p>	<p>Si Silicon 14 hard metalloid; quartz, granite, sand, soil, clay, ceramics, glass, algae, diafoms, semiconductors, computer chips, silicone rubber</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Si   14 Silicon</p>  <p>Stone, Sand, and Soil</p>	<p>Si Silicon 14 hard metalloid; quartz, granite, sand, soil, clay, ceramics, glass, algae, diafoms, semiconductors, computer chips, silicone rubber</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Keith Enevoldsen elements.wlonk.com Clementina Teixeira IYPT2019.</p>
<p>Si   14 Silicon</p>  <p>Stone, Sand, and Soil</p>	<p>Si Silicon 14 hard metalloid; quartz, granite, sand, soil, clay, ceramics, glass, algae, diafoms, semiconductors, computer chips, silicone rubber</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Si   14 Silicon</p>  <p>Stone, Sand, and Soil</p>	<p>Si Silicon 14 hard metalloid; quartz, granite, sand, soil, clay, ceramics, glass, algae, diafoms, semiconductors, computer chips, silicone rubber</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ano Internacional da Tabela Periódica 2019</p>
<p>Si   14 Silicon</p>  <p>Stone, Sand, and Soil</p>	<p>Si Silicon 14 hard metalloid; quartz, granite, sand, soil, clay, ceramics, glass, algae, diafoms, semiconductors, computer chips, silicone rubber</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Si   14 Silicon</p>  <p>Stone, Sand, and Soil</p>	<p>Si Silicon 14 hard metalloid; quartz, granite, sand, soil, clay, ceramics, glass, algae, diafoms, semiconductors, computer chips, silicone rubber</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Si   14 Silicon</p>  <p>Stone, Sand, and Soil</p>

Figura 7 – Padrões decorativos com simetrias de translação feitas a partir da fotomicrografia do anel de ouro com quartzo citrino e zircónias cúbicas. O quartzo citrino é constituído por SiO_2 com impurezas férricas. Pode ser obtido artificialmente a partir do quartzo fumado [17]. Neste caso poderíamos anexar também as fichas do Silício (em baixo) e do Ouro, além do Zircónio, nesta ilustração.

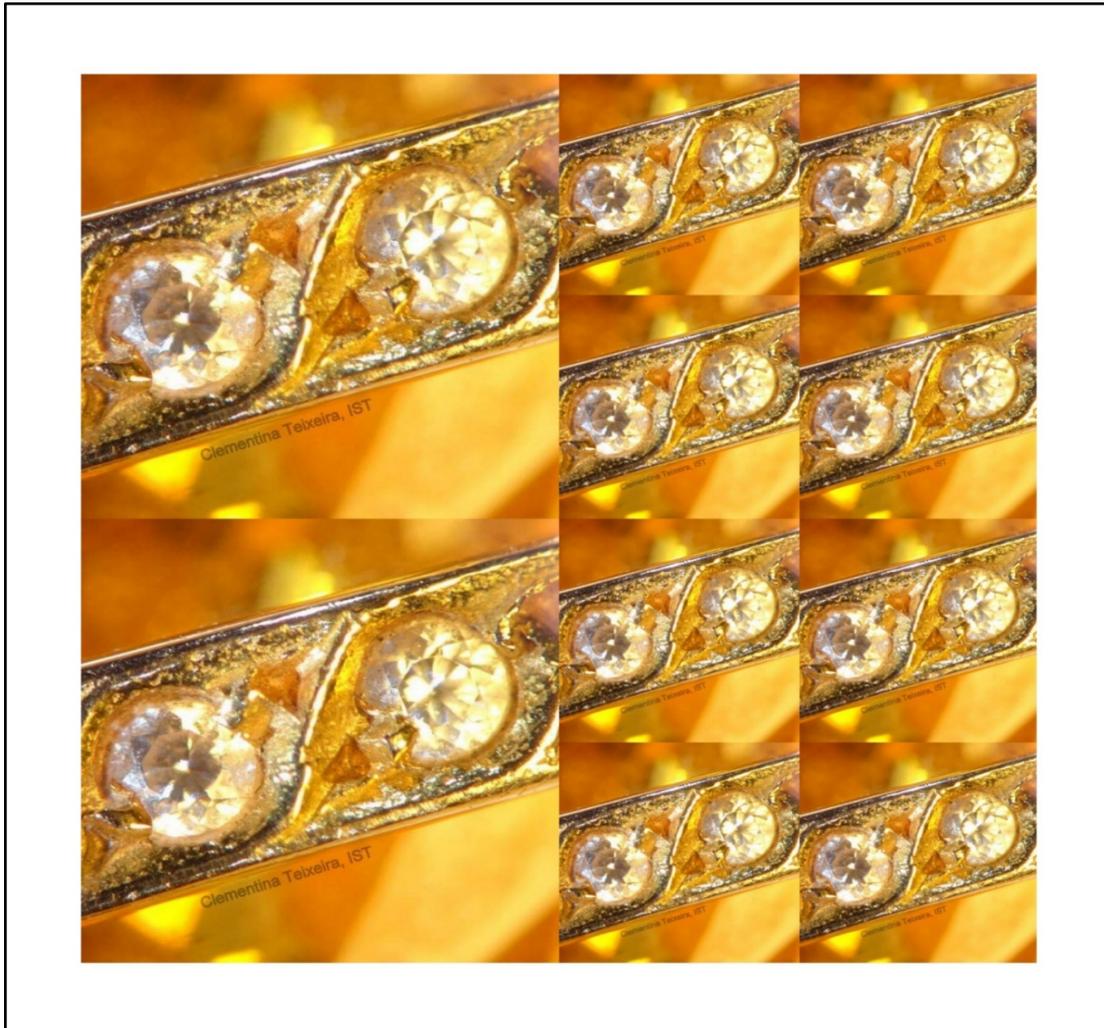


Figura 8 – Simetrias feitas a partir da fotomicrografia do anel de ouro com quartzo citrino e zircónias cúbicas. Em cima, simetria de translação. Em baixo, padrões gerados por aplicações automáticas de design para telemóvel, fotomanipulação. Ver outros exemplos que estão a ser divulgados nas redes sociais [18].



Clementina Teixeira

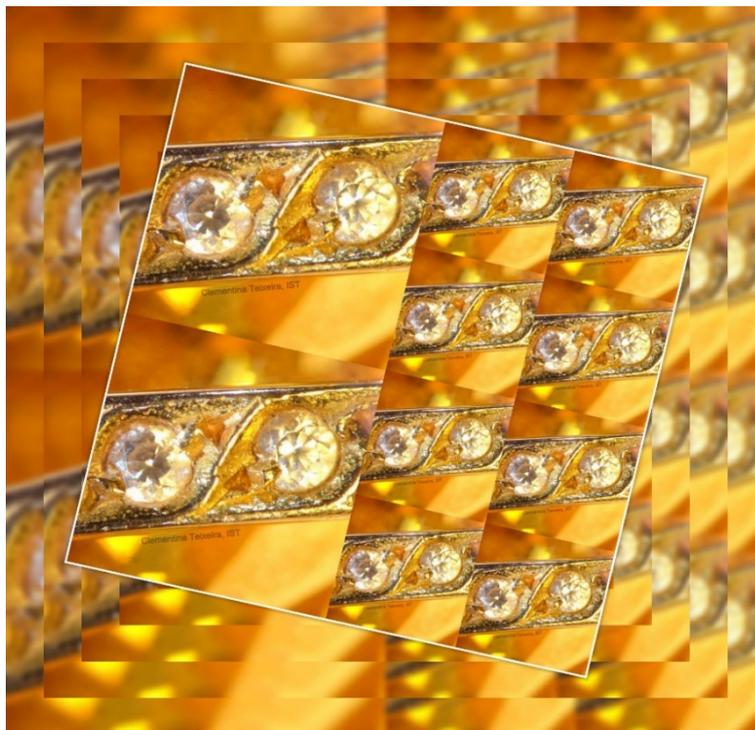


Figura 9 – Fotomicrografia do anel de ouro com quartzo citrino e zircónias cúbicas e padrões gerados por aplicações automáticas de design para telemóvel, fotomanipulação [18].

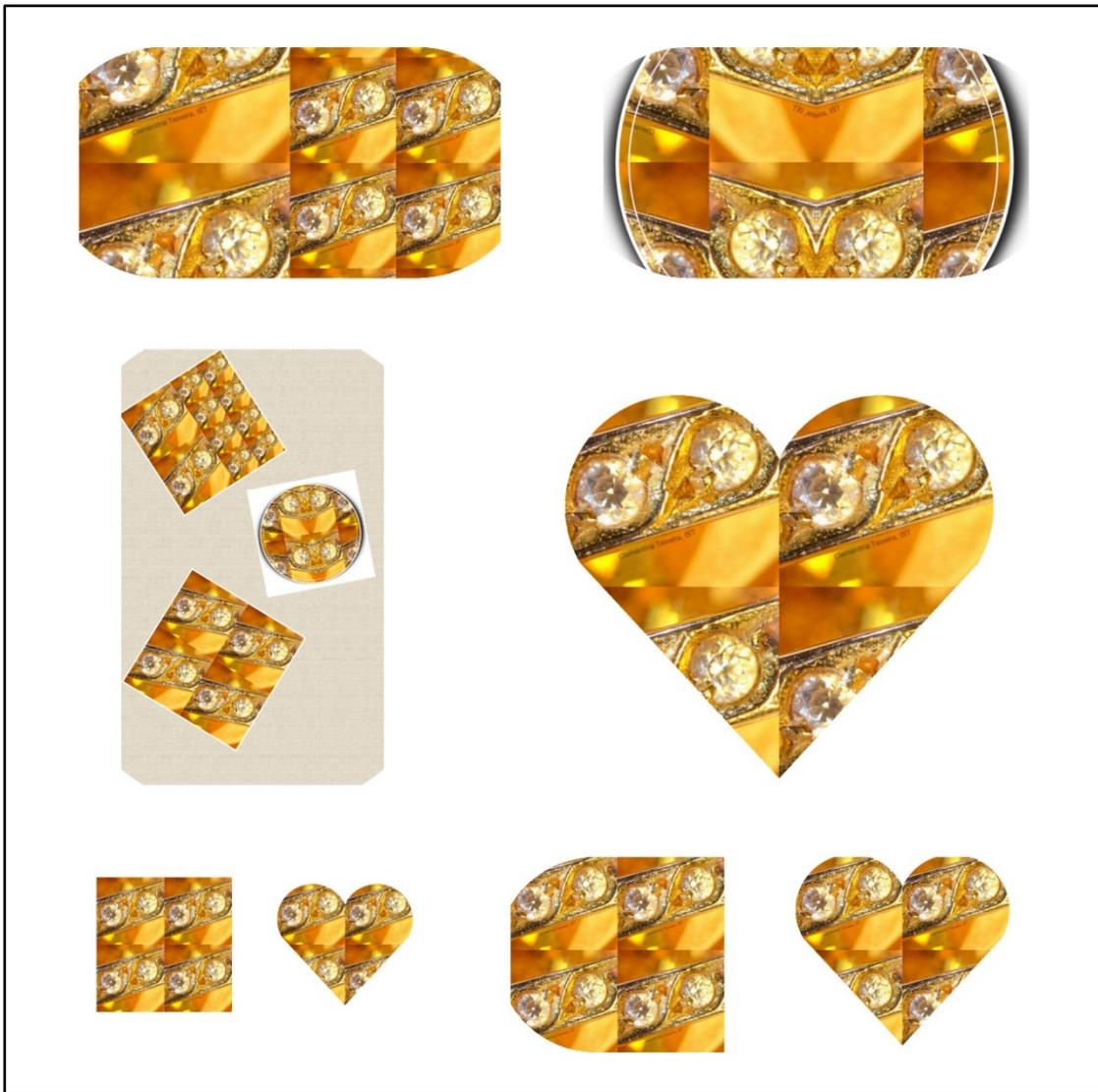
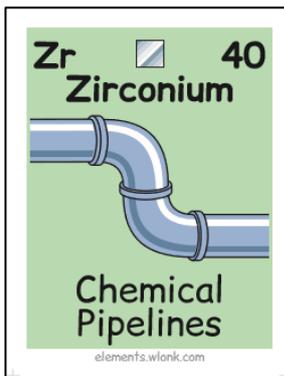


Figura 10 – Padrões decorativos gerados a partir das fotomicrografias do anel de ouro com zircónias e quartzo citrino. Estes padrões têm sido divulgados nas redes sociais desde o Natal de 2019, no âmbito dos projetos “Artesãos do Século XXI” [4-6], Ourives do Século XXI e “Chemical Patterns”[18 -23].



Figura 11- Quartzo citrino, lupa estereoscópica, 10x e as fichasdo silício.

<p>Si  14</p> <p>Silicon</p>  <p>Stone, Sand, and Soil</p>	<p>Si Silicon 14</p> <p>hard metalloid; quartz, granite, sand, soil, clay, ceramics, glass, algae, diatoms, semiconductors, computer chips, silicone rubber</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>
--	--



Zr Zirconium 40
non-corroding
neutron-resistant
metal;
chemical pipelines,
nuclear reactors,
furnace bricks,
abrasives,
zircon gems

elements.wlonk.com

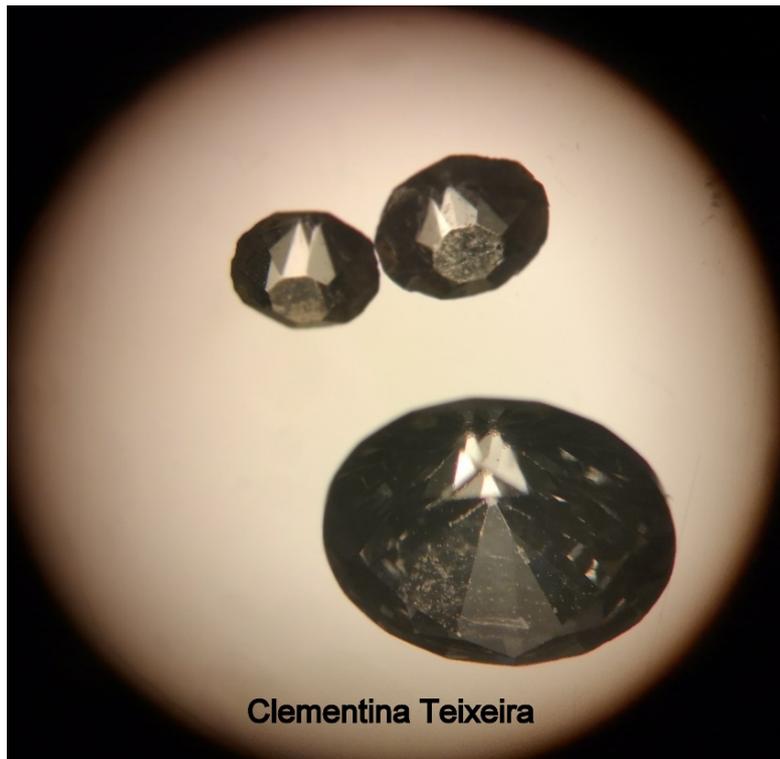


Figura 12 – Zircónias cúbicas à lupa estereoscópica e a ficha do Zircónio, Tabela Periódica de Keith Enevoldsen, utilizada na divulgação da Tabela Periódica em 2019 [20]. Na exposição Artesãos do Século XXI [4], foi construído um kit para testar zircónias e diamantes (condutividade térmica e radiação UV).

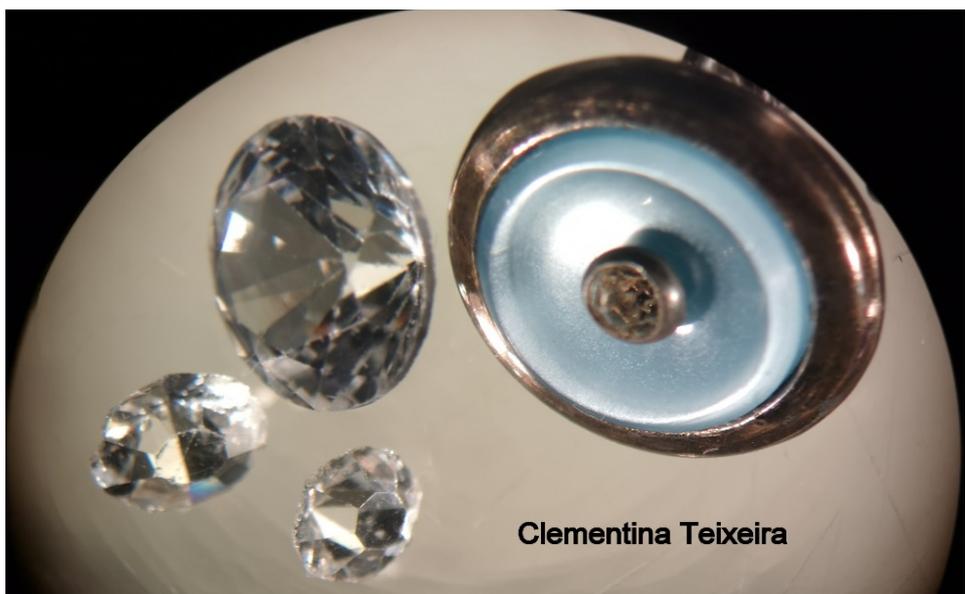
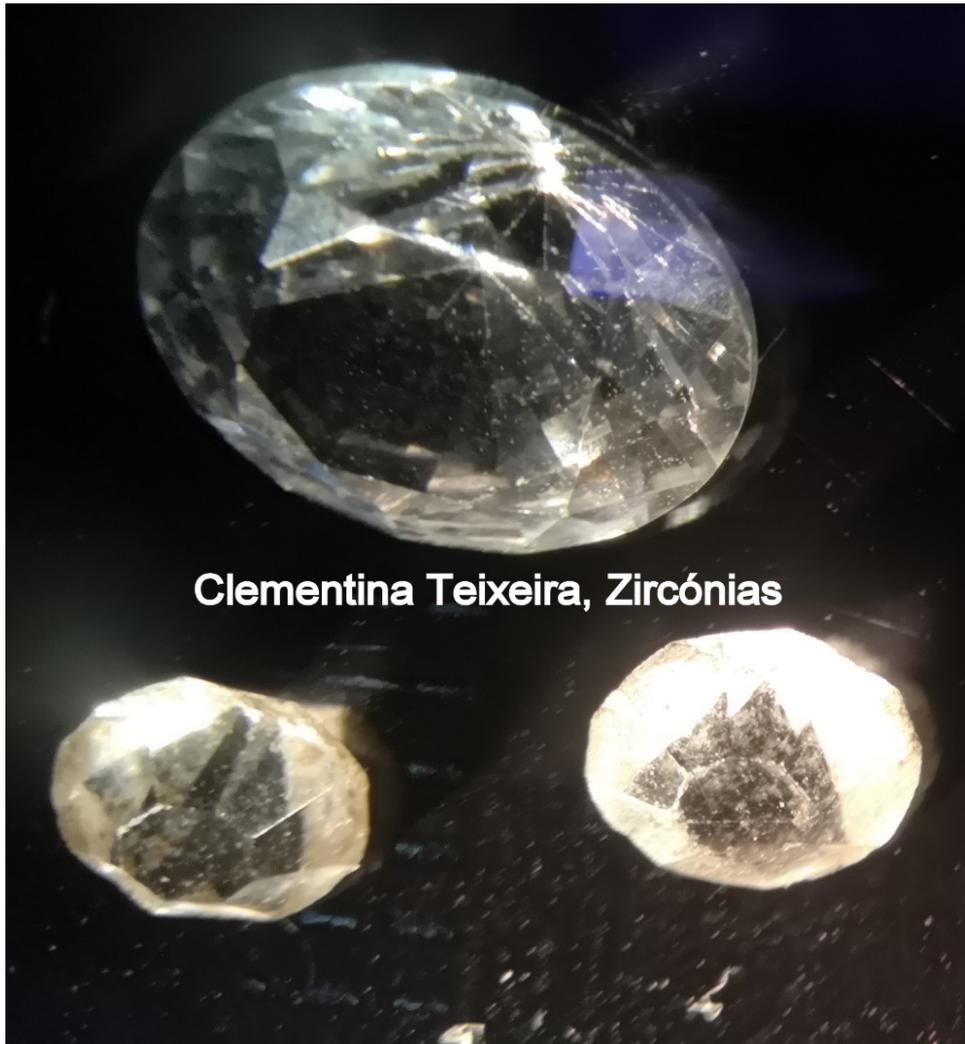


Figura 13 – Zircónias cúbicas sintéticas à lupa estereoscópica, 10x. Ourives do Século XXI .

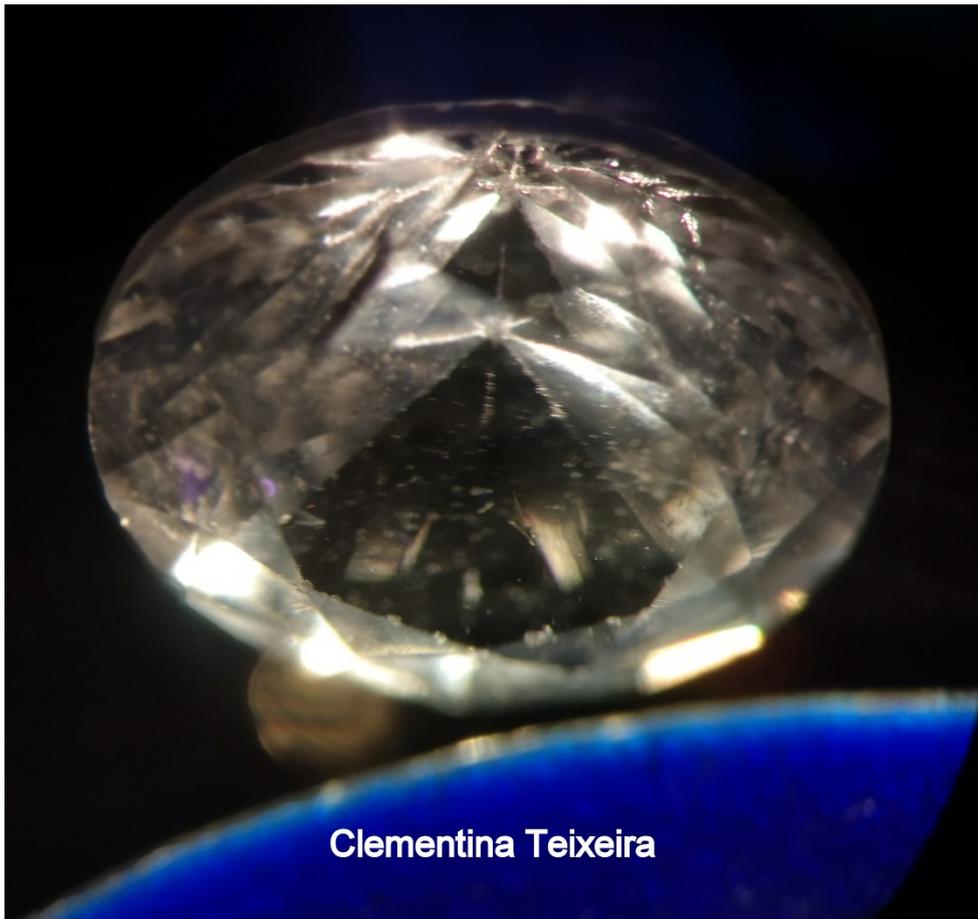


Figura 14 – Zircónia cúbica sintética à lupa estereoscópica, 20x.

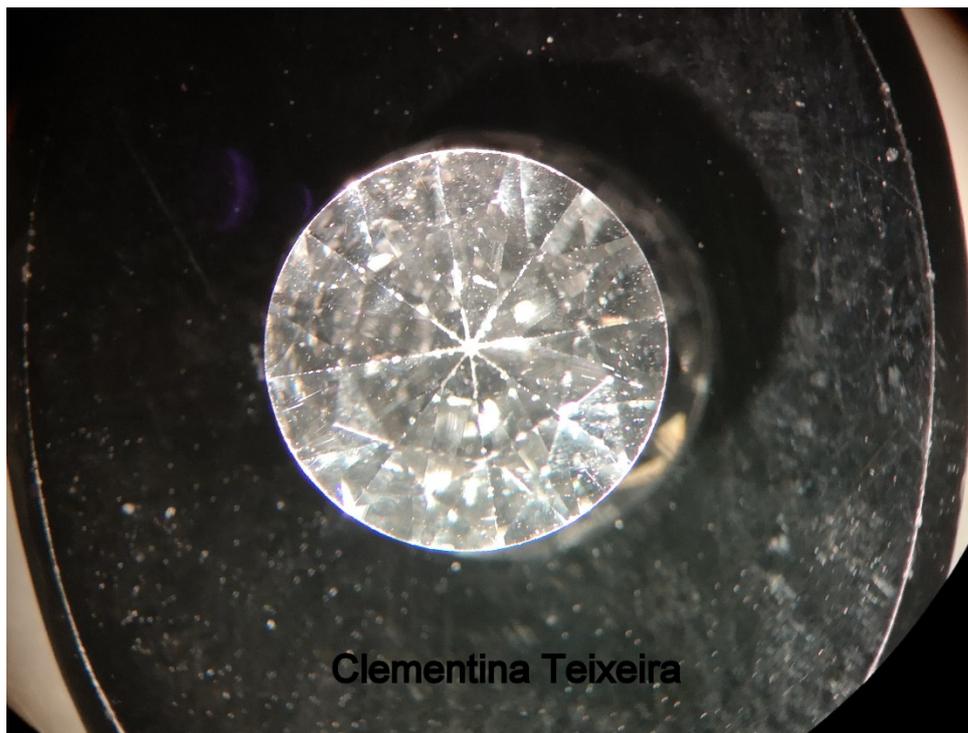
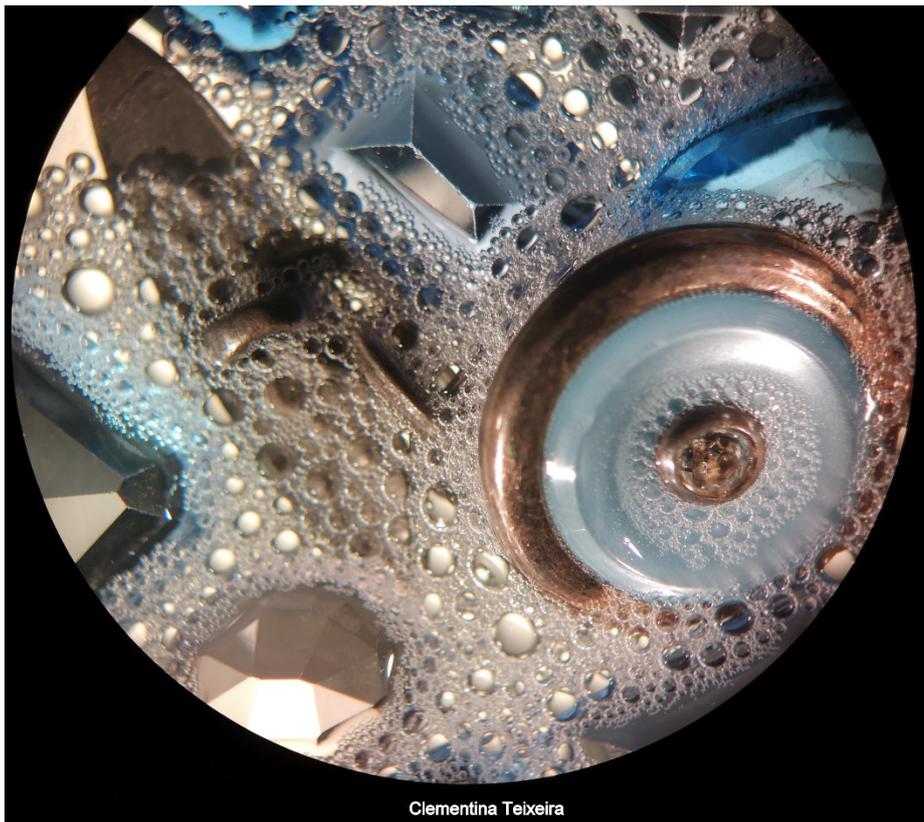


Figura 15 – Zircónias cúbicas sintéticas à lupa estereoscópica, 20x. A ampliação aqui não tem significado, pois só utilizando um retículo seria exacta. A informação que é dada apenas diz respeito à posição usada no parafuso de regulação da ampliação na lupa.



Clementina Teixeira

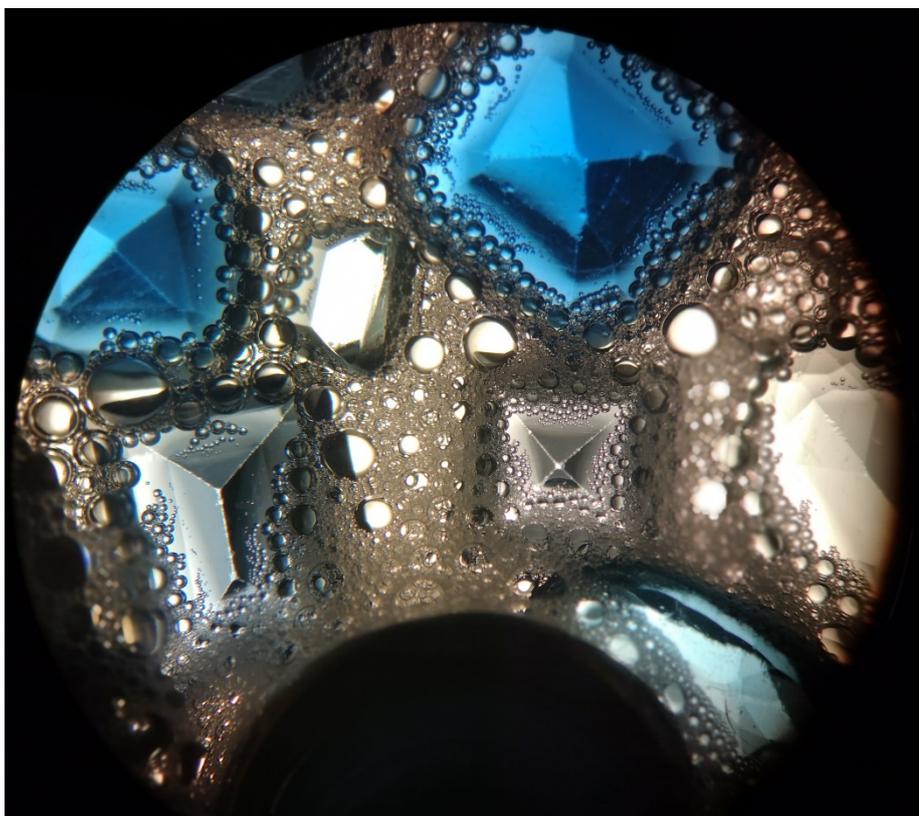


Figura 16 – A limpeza de jóias e bijuteria à lupa estereoscópica é fascinante e requer menor supervisão em relação a outros processos químicos de limpeza, como é o caso dos que se usam para a prata [2,4].

Agradecimentos

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal, Centro de Química Estrutural – Project UIOB/00100/2020 (financiamento parcial). Parte deste trabalho foi financiado pela autora.

Bibliografia e Notas

- [1] – Este é o segundo de vários Capítulos de uma publicação que abarca o trabalho de cristais químicos apresentado nos Laboratórios Abertos 2020 do DEQ e outras ações de divulgação desenvolvidas no Centro de Química Estrutural do IST, bem como trabalho pessoal da autora.
- [2] – 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, Fevereiro 2020, p127-180.
https://www.researchgate.net/publication/340091678_Clementina_Teixeira_Erik_Ceschini_Panighel_Benedicto_Goncalo_Santos_em_Cristais_Quimicos_em_3D_e_Exposicao_Livro_dos_Laboratorios_Abertos_2020_ed_M_A_Lemos_C_Gomes_de_Azevedo_D_Simao_Departamento_de
- [3] – 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://doi.org/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
- [4] – C. 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](https://doi.org/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.
https://www.researchgate.net/publication/266175081_Artesos_do_Sculo_XXI_-_Artesanato_observado_ao_microscpio
- [5] – https://www.researchgate.net/publication/275891533_ArtesosOuroI
- [6] – https://www.researchgate.net/publication/275891399_ArtesosOuroII
- [7] – 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. Referências aí citadas.
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
Poster DOI: [10.13140/RG.2.2.18898.04800](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18898.04800),
https://www.researchgate.net/publication/326395751_Ciencia_e_Arte_Simetrias.

Trabalhos de simetria incluídos no Poster sobre diversos temas, incluindo a ligação à Arte de Poen de Wijs e Jantina Peperkamp, com divulgação na rede social Facebook:

Padrões a partir de objetos de prata

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2258314230876110/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266388333402033/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266388310068702/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266388373402029/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266577350049798/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266577253383141/?type=3&theater;>

Padrões de microscopia química, misturas de cristais de ferro

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1293753877332155/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1293753873998822/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1268101326564077/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1268101323230744/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1268387266535483/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/860552940652253/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1268446946529515/?type=3&theater;>

Padrões de microscopia, dente de leão

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2258314054209461/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1256503557723854/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1258393687534841/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1341713499202859/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1341713479202861/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1341713619202847/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1263025813738295/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1263926256981584/?type=3&theater;>

Padrões de microscopia química, HCl+NaOH, com indicador universal de pH

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2285711891469677/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2285711714803028/?type=3&theater;>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2285711714803028/?type=3&theater;>

[028/?type=3&theater;](https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2285711811469685/?type=3&theater;)
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2285711811469685/?type=3&theater;>

- [8] – 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
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3066708903369968/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3024893700884822/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3117579188282939/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3117579098282948/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1328516613855881/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134361194107/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1328516610522548/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134571194086/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1328516620522547/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134567860753/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134504527426/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134297860780/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134267860783/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134684527408/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134731194070/?type=3&theater;>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134654527411/?type=3&theater>
- [9] – 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
- [10] – Clementina Teixeira,
https://lh3.googleusercontent.com/p/AF1QipOzVQTse1VBO3nweFp_ATCG2vTgJu-cBlq1gzjH=s476-iv16808?key=YXNVWmNUYnU5NGZyUGRHdJLbnZPROZIQWhSV2V3&fbclid=IwAR2sK9bU7H7IHmbikpxh3ioS0eXO1bWunS-6xZ0oWgHIOhZgr5v8mVK-Hw

- [11] – 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.
- [12] – 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, acessado 13/5/2020.
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689468335635879/Livro%20dos%20Laboratorios%20Abertos%202020.pdf>.
- [13] – Ana Topete, Ana Paula Serro, “Biomateriais...O segredo da eterna juventude”, em 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, p 28-32, acessado 13/5/2020.
- [14] – Andreia Sofia Oliveira, Ana Catarina Branco, Nadia Toffoletto, Pedro Nolasco, Ana Paula Serro, “Estrutura 3D de biomateriais: da escala molecular/atômica à macroscópica, em 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, p 78-84, acessado 13/5/2020.
- [15] – Projecto de Ciência e Arte com Poen de Wijs na rede social Facebook: fazer máscaras por simetria de reflexão a partir das fotomicrografias.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/3747729845267867/?type=3&theater>,
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/606060472768169/?type=3&theater>;
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/3751661421541376/?type=3&theater>;
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/635649016475981/?type=3&theater>
- [16] – Álbum de máscaras e de ligação da microscopia à Arte de Poen de Wijs e Jantina Peperkamp
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/3747729845267867/?type=3&theater>
- [17] – Quartzo citrino. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Citrino_\(mineral\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Citrino_(mineral))
- [18] – Chemical Patterns, Padrões de Química com base em simetrias e fotomanipulação.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3741565915884260/?type=3&theater>
- [19] – C. Teixeira, H. Diogo, M. F. C. Pereira, M. C. Oliveira, V. André, “Rede Cristalina: 25 anos de Divulgação em Química”, Apresentação de Projeto, VI Encontro Internacional da Casa das Ciências, Livro de Resumos, p75,76, 12 de Julho de 2019, FCUL, Lisboa.
- [20] – Clementina Teixeira, Manuel Francisco Costa Pereira, **[Semana da Ciência e da Tecnologia 2018, Ciência Viva, Centro de Química Estrutural do Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa](#)**, 21-23 de Novembro 2018 (com a colaboração de Museu Alfredo Bensaúde, Museu Décio Thadeu e Departamento de Engenharia Química). DOI: 10.13140/RG.2.2.10410.88004.
https://www.researchgate.net/publication/330202205_Semana_da_Ciencia_e_da_Tecnologia_2018_Ciencia_Viva_no_Centro_de_Quimica_Estrutural_do_Instituto_Superior_Tecnico_Universidade_de_Lisboa
- [21] – Clementina Teixeira, Projeto Pinilla, com Henrique Matos e Cristina Fernandes, estudo de sais inorgânico incolores coloridos com corantes alimentares, resultados não publicados.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3192826640758193/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3731151150259070/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3348069388567250/?type=3&theater>

- [22] – 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

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/2926105104097016/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/2927567293950797/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/2927567840617409/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/3460609350646586/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/2510484122325785/?type=3&theater>

- [23] – Clementina Teixeira, Padrões de Química, Simetria e Fotomanipulação.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3741565915884260/?type=3&theater>

Capítulo 3. Observação de artefactos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Cristais metálicos: ouro, prata, cobre e ligas metálicas.

Clementina Teixeira

Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Este Capítulo é uma extensão do trabalho de observação de cristais à lupa estereoscópica anteriormente descrito [1-4], feito durante a exposição de microscopia “Artesãos do Século XXI” [5-8], com observação de jóias e objectos em ouro e prata. Depois do anel com zircónias cúbicas, quartzo citrino e ouro, cuja descrição foi feita no Cap.2 [3], passamos agora a mais dois anéis e a outros objectos de ouro e suas ligas. A limpeza deste tipo de peças à lupa estereoscópica é fascinante e muito popular entre os alunos mais jovens, Figs.1-4, 6.



Figura 1 – Lupa estereoscópica binocular e estojo de limpeza de jóias, exposição Kulturlândia, Biblioteca Municipal de Penamacor, Projecto Ciência Viva “ A Química descobre a criança”, 2008 [8].



Figura 2 – Lupa estereoscópica binocular Nikon®, com câmara Sony®. Observação dum anel muito antigo de rubi, com aparas de diamante encastoadas em prata, 10x, limpeza do anel na Fig.1, e mais detalhes nas Figs.3,4,6.

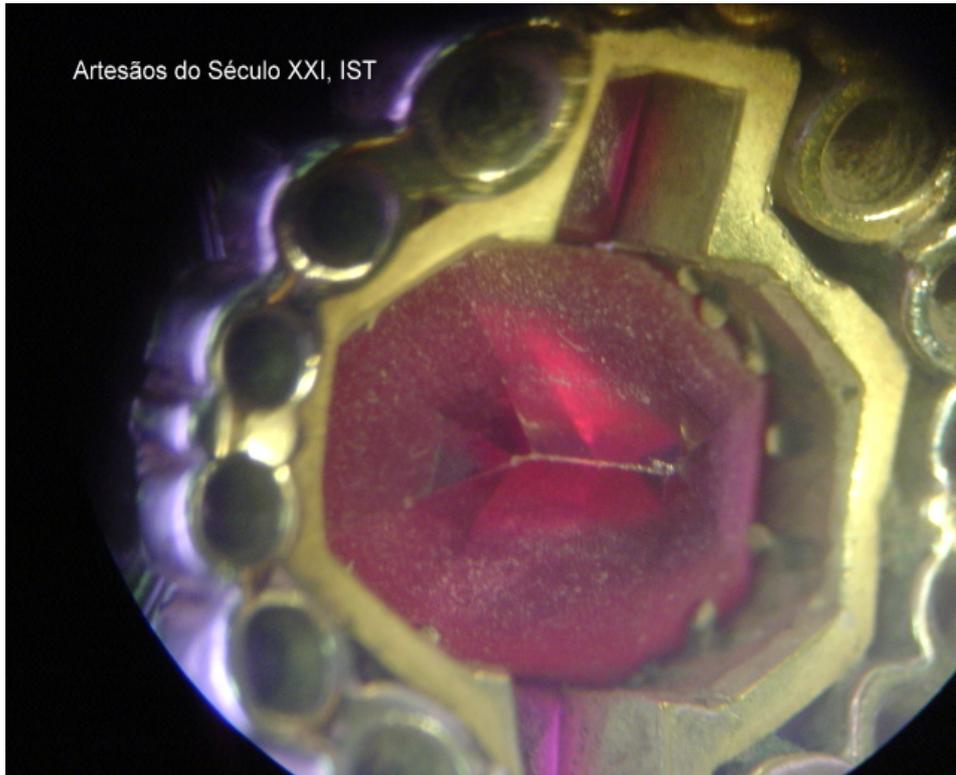


Figura 3 – Anel de rubi na Biblioteca Municipal de Penamacor, exposição Artesãos do Século XXI [5]. Em cima, fotomicrografia (10x) da parte de trás do anel, com muita sujidade que foi removida com a limpeza.

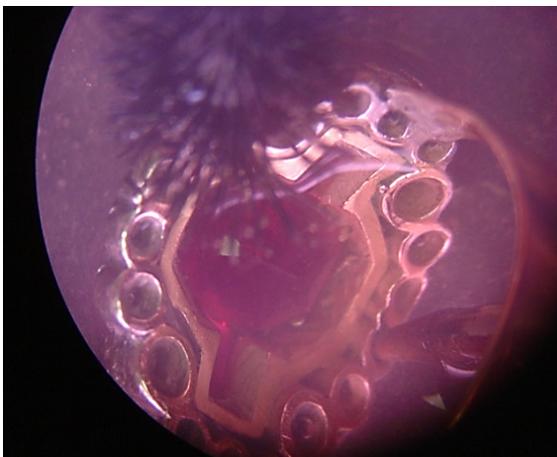
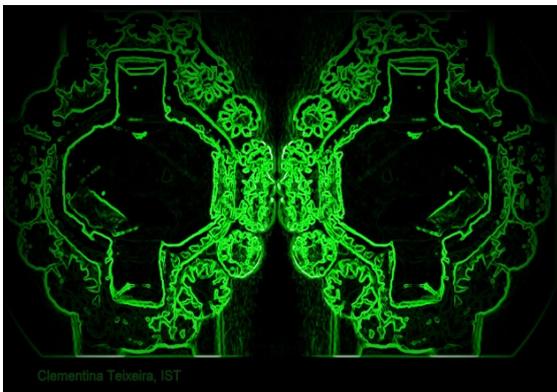
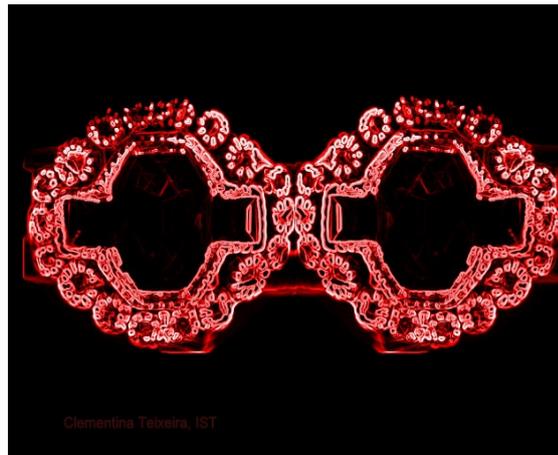


Figura 4 – Anel de rubi (não é o do Rivoli!). Máscaras obtidas por simetria de reflexão a partir das fotomicrografias (10x). Efeitos digitais, Picasa®. Limpeza do anel à lupa estereoscópica, 10x, em baixo, esquerda. Limpa-jóias à direita, em baixo. Metais: Au, Ag [5,7-9,10, 11]. Projeto de Ciência e Arte.

*“Três anéis para os Reis Elfos debaixo do Céu
Sete para os Senhores dos Anões nos seus palácios de pedra
Nove para os Homens Mortais condenados a morrer,
Um para o Senhor das Trevas no seu negro trono
Na Terra de Mordor onde moram as Sombras.
Um anel para todos dominar, um anel para os encontrar,
Um anel para a todos prender e nas trevas reter
Na Terra de Mordor onde moram as Sombras.”*

O Senhor dos Anéis, JRR Tolkien



Figura 5 – Anéis à lupa estereoscópica e outras peças, observadas no recanto dos Ourives do Século XXI, na Biblioteca Municipal de Penamacor, Dezembro de 2009 [5-7]. O trecho do Senhor dos Anéis fica aqui a matar, uma vez que os interesses, observação de anéis e livros, se cruzam num espaço de leitura.



<p>C 6</p> <p>Carbon</p> <p>Basis of Life's Molecules</p>	<p>C Carbon 6</p> <p>hard diamond, soft graphite; basis of life's organic molecules, animals, plants, CO₂, wood, paper, cloth, plastic, coal, oil, gasoline</p>	<p>Al 13</p> <p>Aluminum</p> <p>Airplanes</p>	<p>Al Aluminum 13</p> <p>lightweight non-corroding metal; kitchenware, cans, foil, machinery, cars, planes, bikes, feldspar, granite, clay, ceramics, corundum, gems</p>	<p>Cr 24</p> <p>Chromium</p> <p>Stainless Steel</p>	<p>Cr Chromium 24</p> <p>hard shiny metal; stainless steel (Fe-Cr-Ni), kitchenware, nichrome heaters, car trim, paints, recording tape, emeralds & rubies</p>
<p>Au 79</p> <p>Gold</p> <p>Jewelry</p>	<p>Au Gold 79</p> <p>most malleable element, dense non-tarnishing colored metal; jewelry, coins, ultra-thin gold leaf, electric contacts</p>	<p>Ag 47</p> <p>Silver</p> <p>Jewelry</p>	<p>Ag Silver 47</p> <p>soft shiny metal, conducts electricity best of all elements; jewelry, silverware, coins, dentistry, photo film</p>	<p>O 8</p> <p>Oxygen</p> <p>Air</p>	<p>O Oxygen 8</p> <p>colorless gas; 21% of air, H₂O, 65% of the body, organic molecules, blood, breathing, fire, half of Earth's crust, minerals, oxides</p>

Figura 6 – O anel de rubi sintético já limpo (foto macro) e as marcas do ouro, vistas à lupa estereoscópica, 10x. Os rubis sintéticos são de óxido de alumínio, Al₂O₃ com impurezas de cromo [9,10, 12]. Aqui se juntam as fichas de Keith Enevoldsen dos principais elementos químicos presentes no anel: Au, Ag (metais) Al, O, Cr, (rubi sintético) e C (aparar de diamante). E depois do anel de zircónio, no Cap.2, este é o segundo anel do Senhor dos Anéis.

O ouro de ourivesaria é composto por ligas de vários metais, pois o metal puro, de 24 quilates, é demasiado maleável e impróprio para trabalhar. O ouro de lei, utilizado em Portugal, é na realidade uma liga com 19,2 quilates, que corresponde a cerca de 80% em peso. Este metal, tal como a platina, também é utilizado em biomateriais por ser inerte (parafusos em medicina dentária, etc.). O ouro branco é uma liga que pode conter metais como a prata, paládio, ródio e até níquel. A cor avermelhada de objectos de ouro é-lhe conferida pela adição de cobre. O anel da Fig. 7, de ouro branco, de composição desconhecida, é o nosso 3º anel à lupa estereoscópica,



Clementina Teixeira, IST

Rh   45
Rhodium



Searchlight Reflectors

elements.wlonk.com

Rh **Rhodium** 45
 non-corroding
 hard shiny metal;
 labware,
 reflectors,
 electric contacts,
 thermocouples,
 catalyst,
 pollution control

elements.wlonk.com

Au   79
Gold



Jewelry

elements.wlonk.com

<p>Rh   45 Rhodium</p>  <p>Searchlight Reflectors</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Rh Rhodium 45 non-corroding hard shiny metal; labware, reflectors, electric contacts, thermocouples, catalyst, pollution control</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Rh   45 Rhodium</p>  <p>Searchlight Reflectors</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Rh Rhodium 45 non-corroding hard shiny metal; labware, reflectors, electric contacts, thermocouples, catalyst, pollution control</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Keith Enevoldsen elements.wlonk.com</p> <p>Clementina Teixeira</p> <p>IYPT2019.</p> <p>Ano Internacional da Tabela Periódica 2019</p>
<p>Rh   45 Rhodium</p>  <p>Searchlight Reflectors</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Rh Rhodium 45 non-corroding hard shiny metal; labware, reflectors, electric contacts, thermocouples, catalyst, pollution control</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Rh   45 Rhodium</p>  <p>Searchlight Reflectors</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Rh Rhodium 45 non-corroding hard shiny metal; labware, reflectors, electric contacts, thermocouples, catalyst, pollution control</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Ano Internacional da Tabela Periódica 2019</p>
<p>Rh   45 Rhodium</p>  <p>Searchlight Reflectors</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Rh Rhodium 45 non-corroding hard shiny metal; labware, reflectors, electric contacts, thermocouples, catalyst, pollution control</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Rh   45 Rhodium</p>  <p>Searchlight Reflectors</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p>Rh Rhodium 45 non-corroding hard shiny metal; labware, reflectors, electric contacts, thermocouples, catalyst, pollution control</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p>	<p></p> <p>Searchlight Reflectors</p> <p><small>elements.wlonk.com</small></p> <p>OURIVESARIA</p>

Figura 7- Anel de ouro branco, possivelmente liga de Au/Rh, pelo brilho que apresenta. Lupa estereoscópica, 10x. Fichas dos Elementos de Keith Enevoldsen para recortar [13].

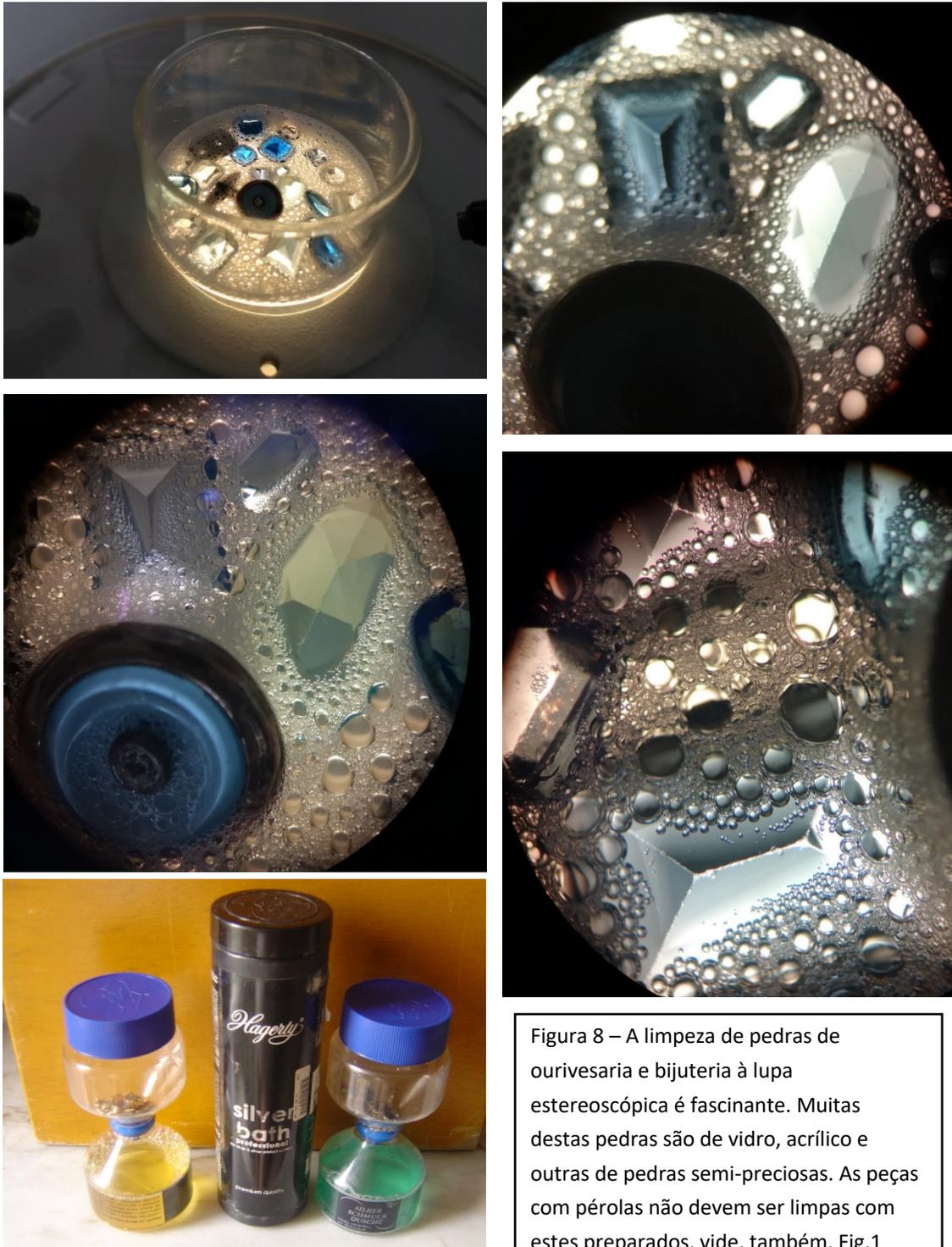


Figura 8 – A limpeza de pedras de ourivesaria e bijuteria à lupa estereoscópica é fascinante. Muitas destas pedras são de vidro, acrílico e outras de pedras semi-preciosas. As peças com pérolas não devem ser limpas com estes preparados, vide, também, Fig.1

assumindo-se, aqui, que tem Ródio na sua composição, o que lhe confere um aspecto brilhante. Na Fig. 9, os três metais em folha muito fina, Au, Ag e Cu, foram também fotografados à lupa estereoscópica. Com as fotomicrografias das folhas de ouro e prata foram construídos padrões decorativos utilizando diversos programas, os mesmos já citados para o anel de zircónias no

Capítulo 2, Figs 7-10. A limpeza de jóias e bijuterias proporciona micropaisagens fantásticas à lupa estereoscópica, Fig.8. As pedras de ourivesaria utilizadas são muitas vezes em vidro, vidro acrílico e pedras semi-preciosas. Trabalhar com estes materiais é fascinante e pode proporcionar trabalhos de Ciência magníficos, com muita adesão por parte de jovens, sobretudo os mais novos.



<p>Cu  29 Copper</p>  <p>Electric Wires</p>	<p>Cu Copper 29 colored metal, conducts heat and electricity well; wires, cookware, brass (Cu-Zn), bronze (Cu-Sn), coins, pipes, blue crab blood</p>	<p>Cu  29 Copper</p>  <p>Electric Wires</p>	<p>Cu Copper 29 colored metal, conducts heat and electricity well; wires, cookware, brass (Cu-Zn), bronze (Cu-Sn), coins, pipes, blue crab blood</p>	<p>Cu  29 Copper</p>  <p>Electric Wires</p>	<p>elements.wlonk.com</p> <p>Keith Enevoldsen</p>
<p>Cu  29 Copper</p>  <p>Electric Wires</p>	<p>Cu Copper 29 colored metal, conducts heat and electricity well; wires, cookware, brass (Cu-Zn), bronze (Cu-Sn), coins, pipes, blue crab blood</p>	<p>Cu  29 Copper</p>  <p>Electric Wires</p>	<p>Cu Copper 29 colored metal, conducts heat and electricity well; wires, cookware, brass (Cu-Zn), bronze (Cu-Sn), coins, pipes, blue crab blood</p>	<p>Cu  29 Copper</p>  <p>Electric Wires</p>	
<p>Cu  29 Copper</p>  <p>Electric Wires</p>	<p>Cu Copper 29 colored metal, conducts heat and electricity well; wires, cookware, brass (Cu-Zn), bronze (Cu-Sn), coins, pipes, blue crab blood</p>	<p>Cu  29 Copper</p>  <p>Electric Wires</p>	<p>Cu Copper 29 colored metal, conducts heat and electricity well; wires, cookware, brass (Cu-Zn), bronze (Cu-Sn), coins, pipes, blue crab blood</p>	<p>Cu  29 Copper</p>  <p>Electric Wires</p>	

Clementina Teixeira IYPT2019. Ano Internacional da Tabela Periódica 2019.

Figura 9 – Aparas de cobre metálico e dos metais prata e ouro em folha, acondicionados em frascos com óleo. A amostra observada nos Laboratórios Abertos 2020 está numa pequena caixa de relojoeiro. Fichas do cobre para recortar, frente e verso, Tabela Periódica de Keith Enevoldsen.

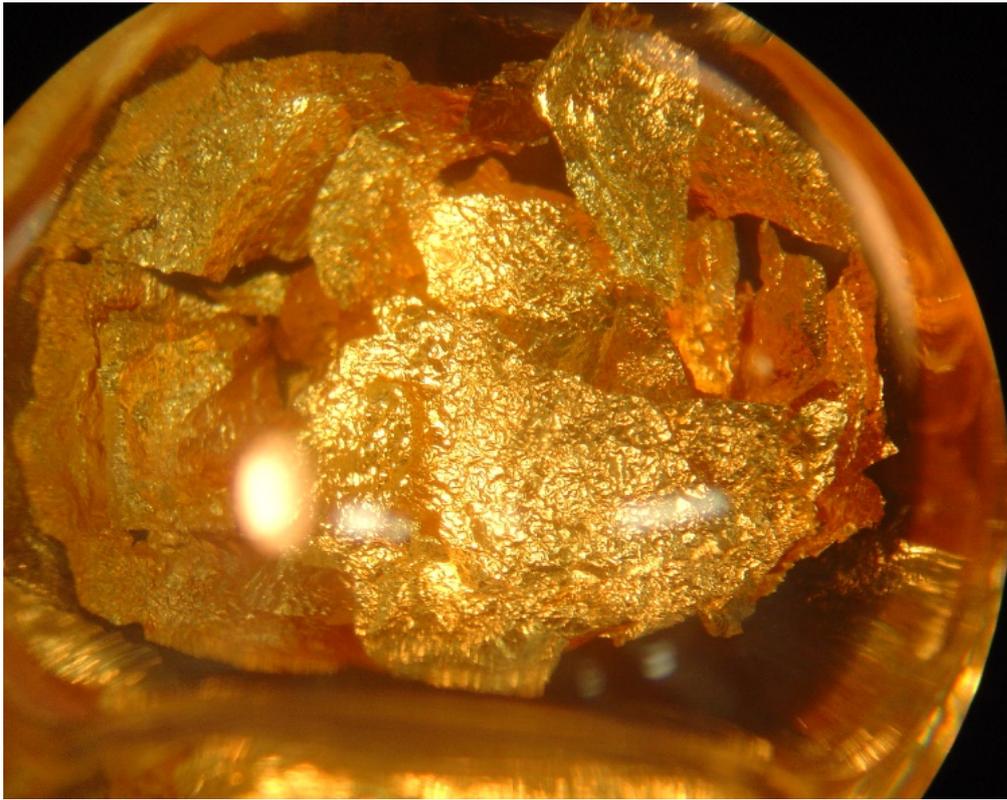


Figura 10 – Folha de ouro, lupa estereoscópica, 10x. Crédito fotográfico de Erik Ceschini P. Benedicto [14].

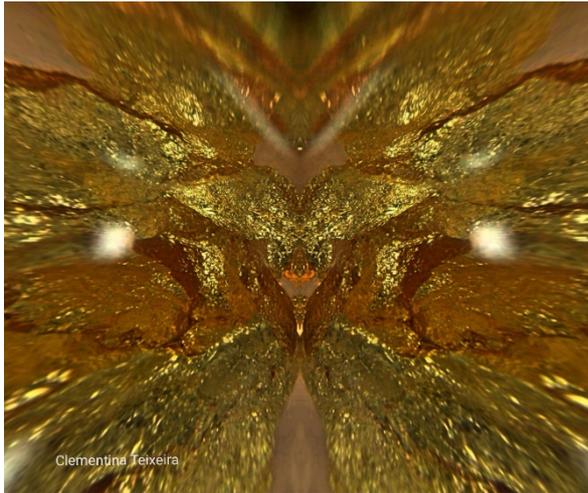


Figura 11 – Padrões decorativos feitos por regras de simetria simples, à base da reflexão e translação, a partir das fotomicrografias da folha de ouro à lupa estereoscópica.

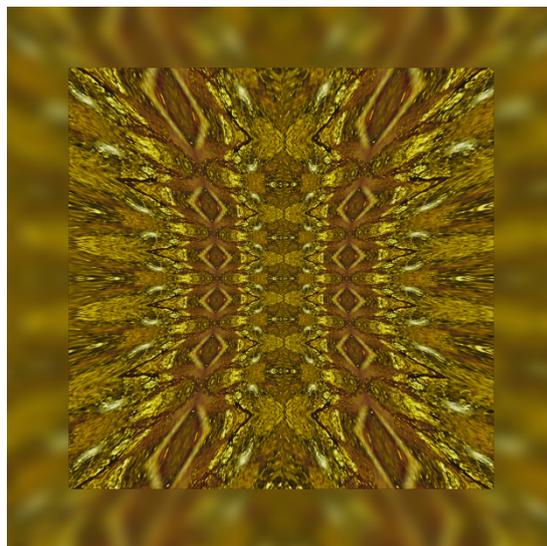
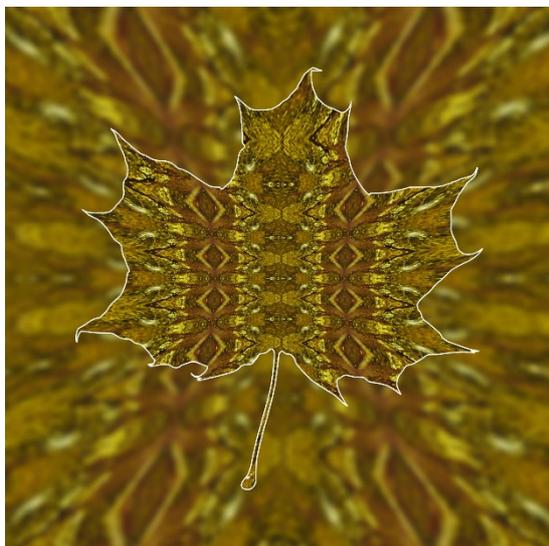
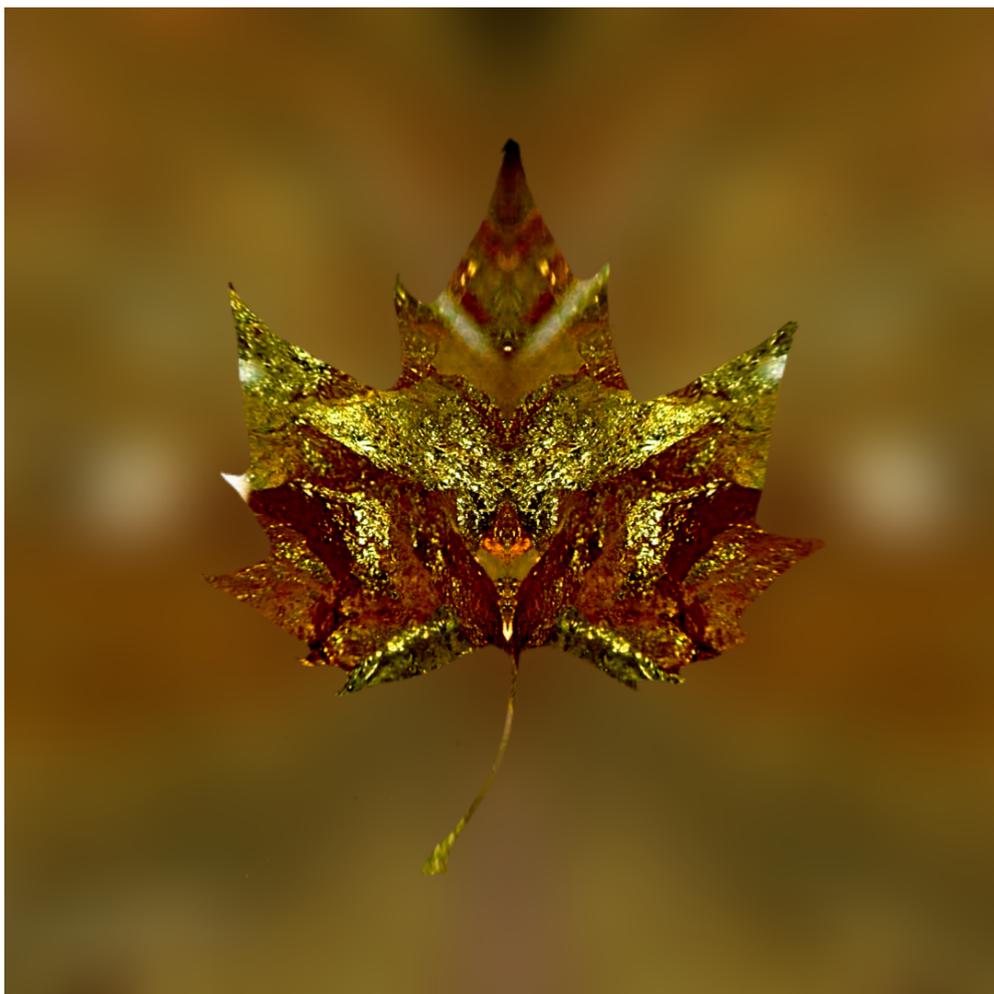


Figura 12 – Padrões decorativos feitos a partir das fotomicrografias da folha de ouro à lupa, utilizando programas de simetria já anteriormente citados no Capítulo 2 para o anel com zircónias, Figs. 7-10 [3]. Curiosamente, no centro da folha de cima, ao efectuar a operação de simetria aparece uma figurinha parecida com o rato Mickey.

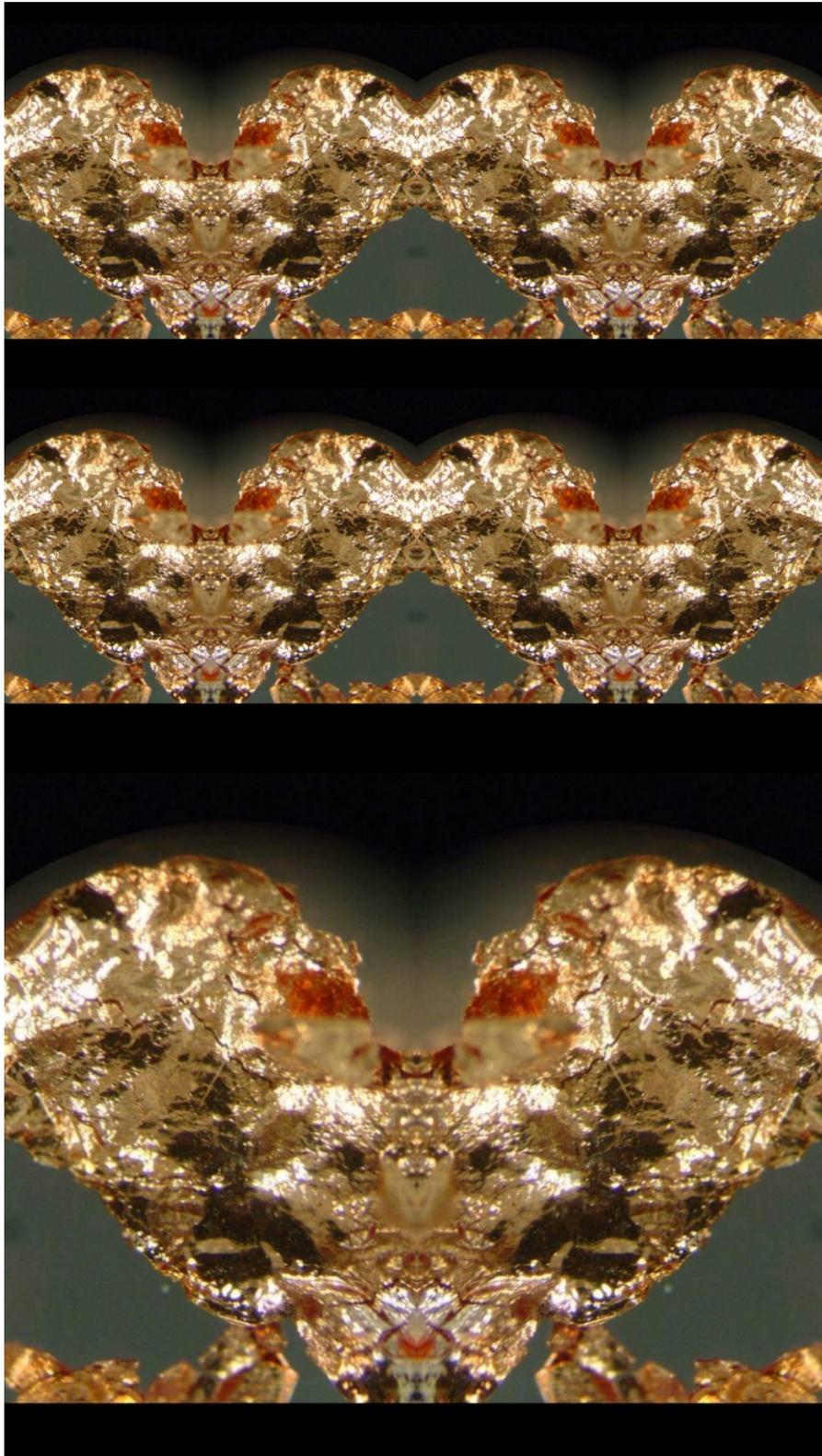


Figura 13 – Padrões decorativos obtidos por simetria de reflexão e translação a partir de uma fotomicrografia de folha de cobre à lupa estereoscópica, 10x, ref 4, Fig.27.

O trabalho com jóias, bijuterias e objectos de ouro, prata e suas ligas tem despertado grande interesse junto dos visitantes das Exposições “Artesãos do Século XXI”, feitas nas escolas. A criação de padrões decorativos associados às peças observadas, utilizando as fotomicrografias pode beneficiar a venda desses mesmos produtos, numa forma de merchandizing.

Agradecimentos

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal, Centro de Química Estrutural – Project UIOB/00100/2020, financiamento parcial. Parte deste trabalho foi financiado pela autora, que agradece a colaboração dos antiquários Vitorino Cravinho e Alice’s Antiquidades.

Bibliografia e Notas

- [1] – Este é o terceiro de vários Capítulos de uma publicação sobre cristais químicos e minerais apresentado nos Laboratórios Abertos 2020 do DEQ e outras ações de divulgação desenvolvidas no Centro de Química Estrutural do IST-UL, bem como muito trabalho pessoal da autora.
- [2] – 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, Março 2020, p.2-26. DOI: [10.13140/RG.2.2.24508.05769](https://doi.org/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
- [3] – Clementina Teixeira, “Observação de objetos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Zircónias”, Cap.2, 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, Março 2020, p1-19. DOI: [10.13140/RG.2.2.31520.40966](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31520.40966)
https://www.researchgate.net/publication/341878673_Observacao_de_objectos_de_ourivesaria_a_lupa_estereoscopica_Zirconias_Capitulo_2_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Clementina_Teixeira_Centro_de_Quimica_Estrutural_e
- [4] – 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, Fevereiro 2020, p127-180. DOI: [10.13140/RG.2.2.20543.05287](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20543.05287)
https://www.researchgate.net/publication/340606494_Cristais_em_3D_e_Exposicao/stats
- [5] – C. 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](https://doi.org/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.
https://www.researchgate.net/publication/266175081_Artesos_do_Sculo_XXI_Artesanato_observado_ao_microscopio

- <https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/970271946347018/?type=3&theater>
- <https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/970272316346981/?type=3&theater>
- [6] – https://www.researchgate.net/publication/275891533_ArtesosOuroI
- [7] – https://www.researchgate.net/publication/275891399_ArtesosOuroII
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/3755033544537497/?type=3&theater>
- [8] – Clementina Teixeira, Kulturlândia 2008, Biblioteca Municipal de Penamacor, Projecto “A Química Descobre a Criança”, Julho de 2008.
https://www.facebook.com/pg/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=576179665756250
- [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: 978989-99508-6-3.
- [10] – Clementina Teixeira, álbum dedicado ao Ano Internacional da Tabela Periódica 2019.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/590241287683421/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/605387559502127/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/605387529502130/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/590241237683426/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/607704892603727/?type=3&theater>
- [11] – Clementina Teixeira, álbum de máscaras e de ligação da microscopia à Arte de Poen de Wijs e Jantina Peperkamp. Algumas das máscaras construídas por simetria de reflexão a partir de fotomicrografias de jóias e de outros objectos.
https://www.facebook.com/pg/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=596390543735162
- [12] – <https://pt.wikipedia.org/wiki/Rubi>
- [13] – Projecto de Ciência e Arte para fazer máscaras a partir de fotomicrografias de itens observados à lupa estereoscópica. Colaboradores artistas, Poen de Wijs (a título póstumo e Jantina Peperkamp).
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/605413242832892/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/605413232832893/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/3751661108208074/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/605464399494443/?type=3&theater>
- [14] – Clementina Teixeira, Aulas de projeto de Química, 2009/2010.

Capítulo 4. Observação de artefactos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Cristais metálicos: prata e ligas metálicas.

Clementina Teixeira

Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Este Capítulo é uma extensão do trabalho de observação de cristais à lupa estereoscópica anteriormente descrito [1-5], acrescido do que tem sido feito durante a exposição de microscopia itinerante “Artesãos do Século XXI”, 2009-2020 [6-9], com observação de jóias/bijuteria e objectos em prata, Fig.1. Este elemento faz parte das ligas metálicas usadas em ourivesaria, por exemplo, no ouro de lei (ouro 19 k) e noutras ligas de teor em ouro inferior (ouro 14k). É utilizado em objectos de ourivesaria de preços mais acessíveis, muitas vezes com pedras sintéticas (marcassites, zircónias [3], rubis sintéticos [4], vidro acrílico, etc.). Nas baixelas de prata existe em liga da qual faz parte o cobre, muitas vezes visível já oxidado, na forma de verdete. É também utilizado em revestimentos de outros metais, como é o caso da casquinha. A prata tem sido um dos elementos mais estudados à lupa estereoscópica, Figs.1-3, podendo ser mineral, prata nativa, com reservas a esgotar! A prata que chega ao consumidor acaba por ter também origem química, uma vez que é obtida por extração, refinação e para produção de inúmeras ligas com outros metais.

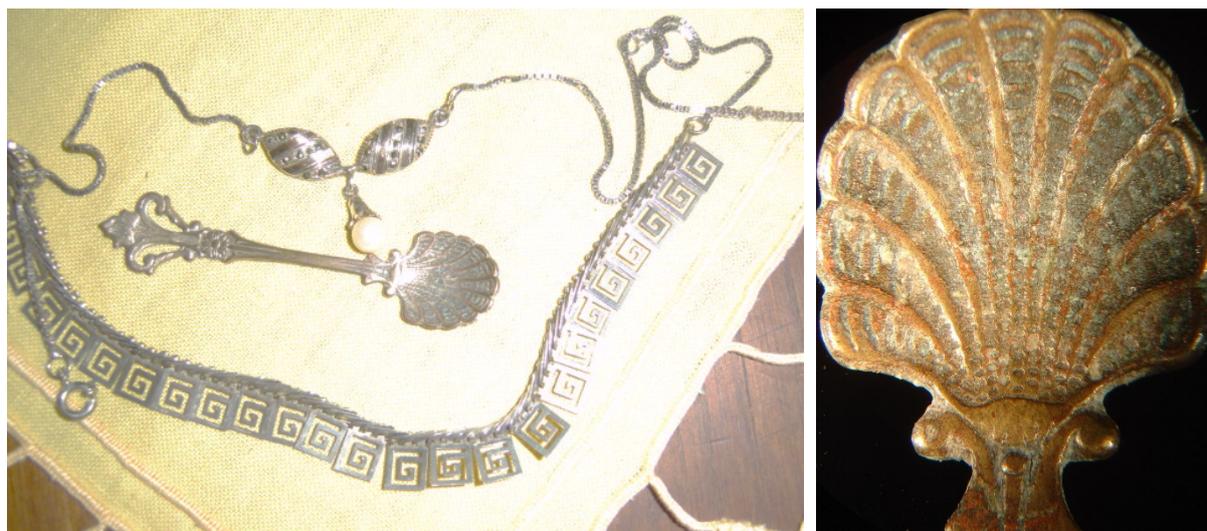


Figura 1 – Objectos de prata e suas ligas observados à lupa estereoscópica e utilizados para exemplificar métodos de limpeza química da prata [10]. O colar grego com motivos “meander” (símbolo de mudança permanente) depois de observado permitiu construir padrões decorativos a partir das fotomicrografias usando o programa GeCla, Gerador e Classificador de simetrias, da Associação Atractor [11]. Esses padrões foram ligados à Arte de Poen de Wijs e Jantina Peperkamp, o que será discutido fora do âmbito do presente trabalho. À direita, uma

fotomicrografia (10x) da colher de liga metálica com prata vista na imagem da esquerda, que deu origem a vários padrões decorativos.



Figura 2 – Desvendando os segredos de uma peça antiga de Arte Nova em prata e esmalte azul, numa lupa estereoscópica trinocular. Para obter uma boa fotomicrografia quando os objectos são demasiado grandes para a lupa estereoscópica, como é o caso deste medalhão, pode-se usar o truque mostrado na Figura, em cima, ou

seja, retirar a placa de colocação dos objectos da lupa de forma a conseguir enquadrar a peça na sua totalidade ou pelo menos numa área maior, Fig.3.

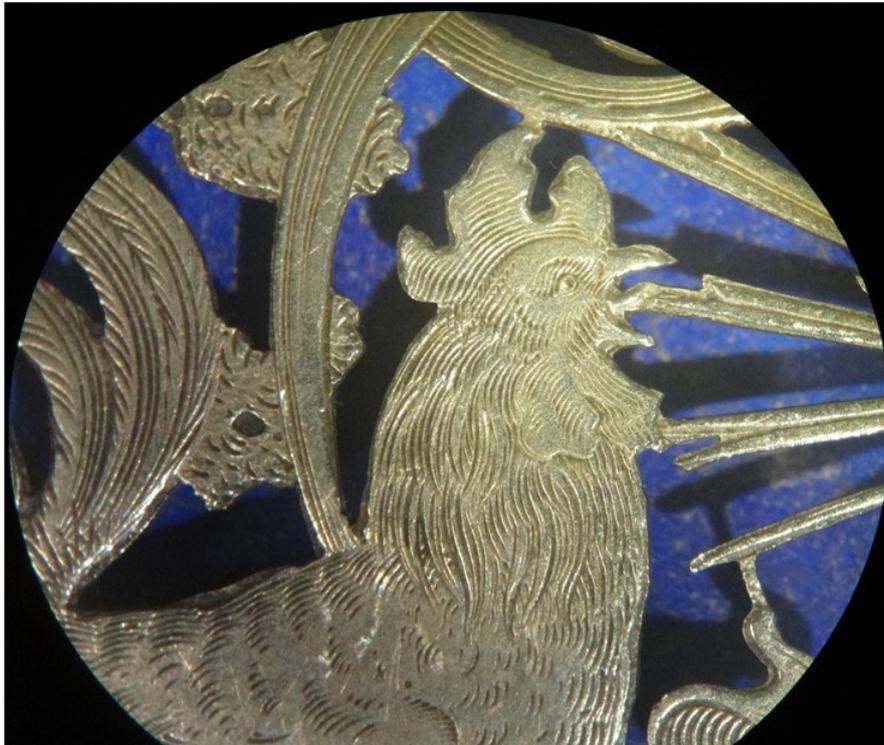
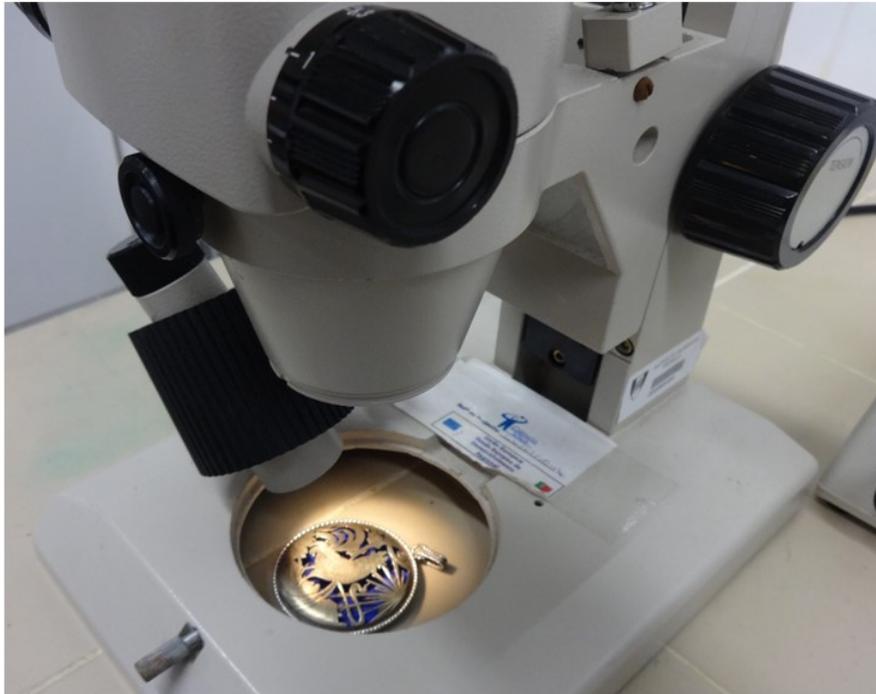


Figura 3 – Lupa estereoscópica regulada para ampliação de 10x (divisão 1 no parafuso de regulação da ampliação), truque descrito na Figura anterior. A imagem ampliada mostra a sujidade acumulada sobre o esmalte azul e a limpeza da peça pode ser mais eficaz se for feita à lupa.



Figura 4 – Peças de cristal muito antigas com aplicações de prata da marca Sterling®, crédito fotográfico: Carlos Oliveira. Em baixo, observação à lupa estereoscópica 10x. Esta coleção de peças permitiu construir inúmeros padrões decorativos com os seus detalhes, apenas usando o Power Point®, Photoshop®, Picasa®, etc., Figs. 5,6.



Figura 5 – Padrões decorativos construídos a partir de fotomicrografias de um conjunto de peças de cristal com aplicações de prata, Fig.4.

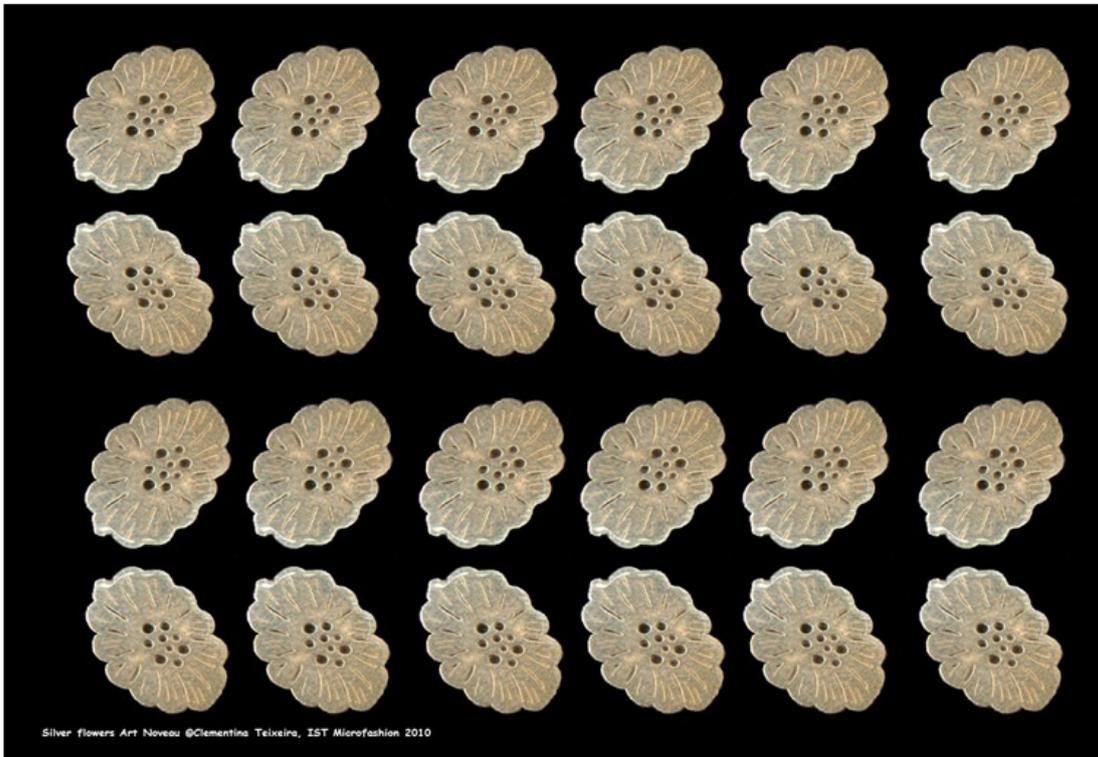
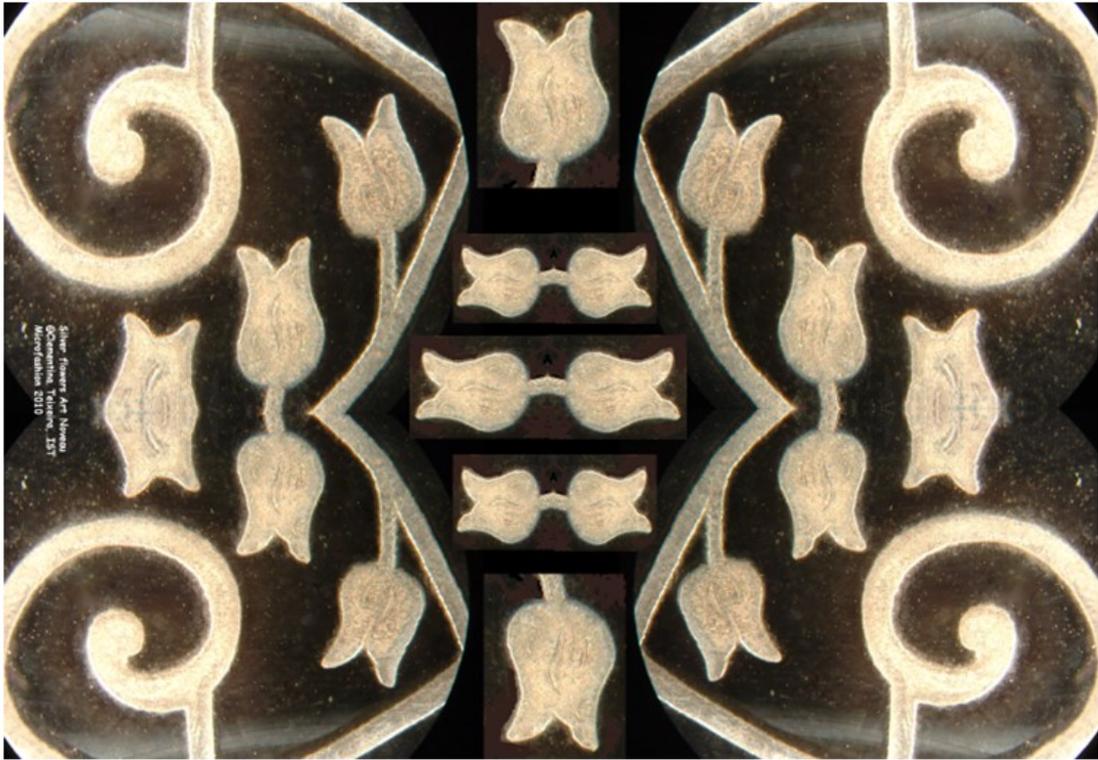


Figura 6 – Padrões decorativos construídos a partir de fotomicrografias de um conjunto de peças de cristal com aplicações de prata, Fig.4.



Figura 7 – Padrões decorativos construídos a partir de fotomicrografias de uma colher metálica revestida a prata, Fig. 1. Aplicações para individuais de servir à mesa, capas de álbuns, etc.

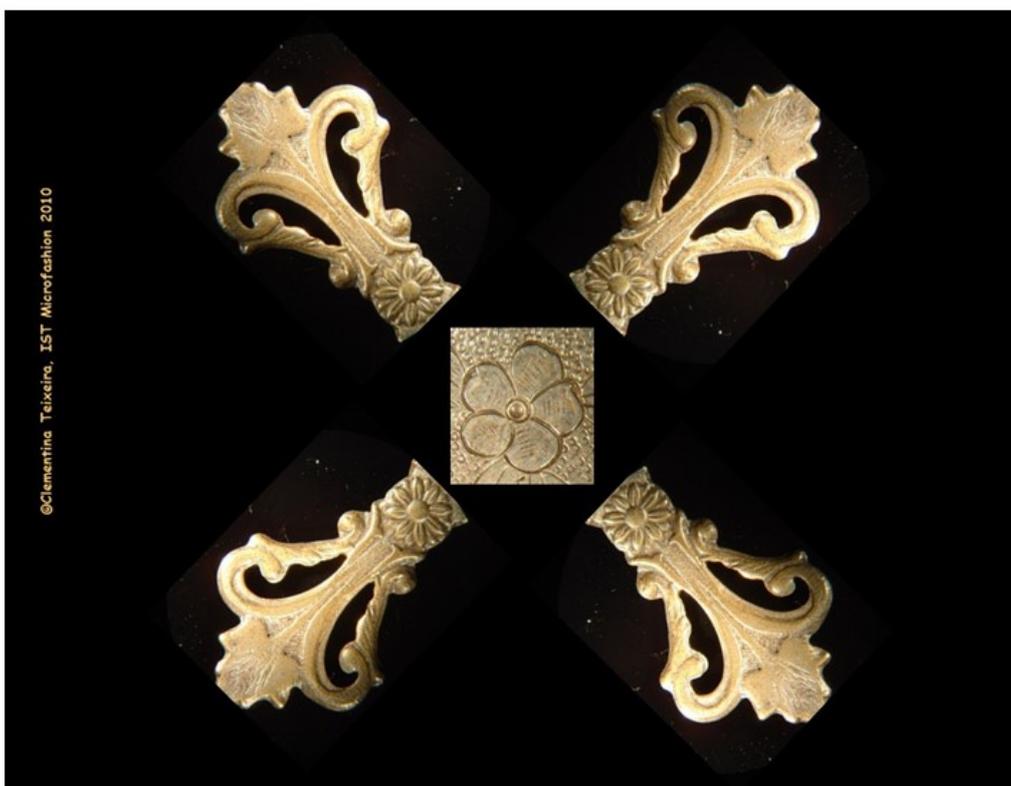


Figura 8 – Padrões decorativos construídos a partir de fotomicrografias de uma colher metálica revestida a prata, Fig. 1. Aplicações para individuais de servir à mesa, capas de álbuns, etc.

A construção de padrões decorativos feita por esta via pode ser útil na venda das peças, pela criação de acessórios a condizer, o que foi explorado nas Exposições dos Artesãos do Século XXI [6,7]. Mais exemplos da combinação da prata com pedras de ourivesaria [9] são dados nas figuras seguintes, uma boa estratégia de iniciação à microscopia, sobretudo para alunos mais jovens, além de possibilitar trabalhos de ligação da Química à Arte [10] e à Matemática, no campo da simetria [11]. A ligação à Química é tão rica e diversificada [5,8-10] que será abordada noutros capítulos, desde a limpeza da prata oxidada por métodos químicos, à formação de cristais de prata por reações de oxidação-redução, os cristais dendríticos designados por árvores de prata [12- 14].



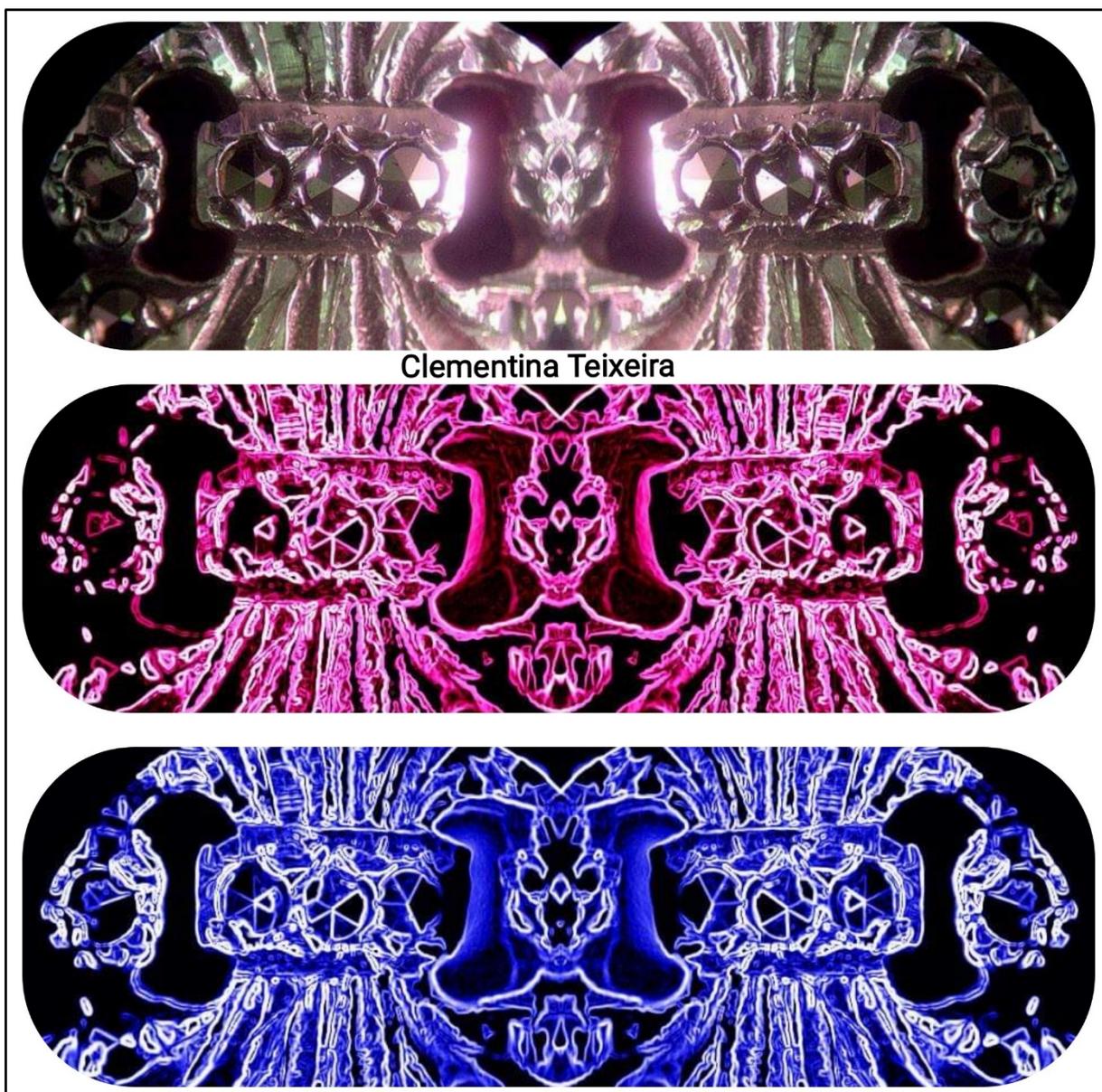
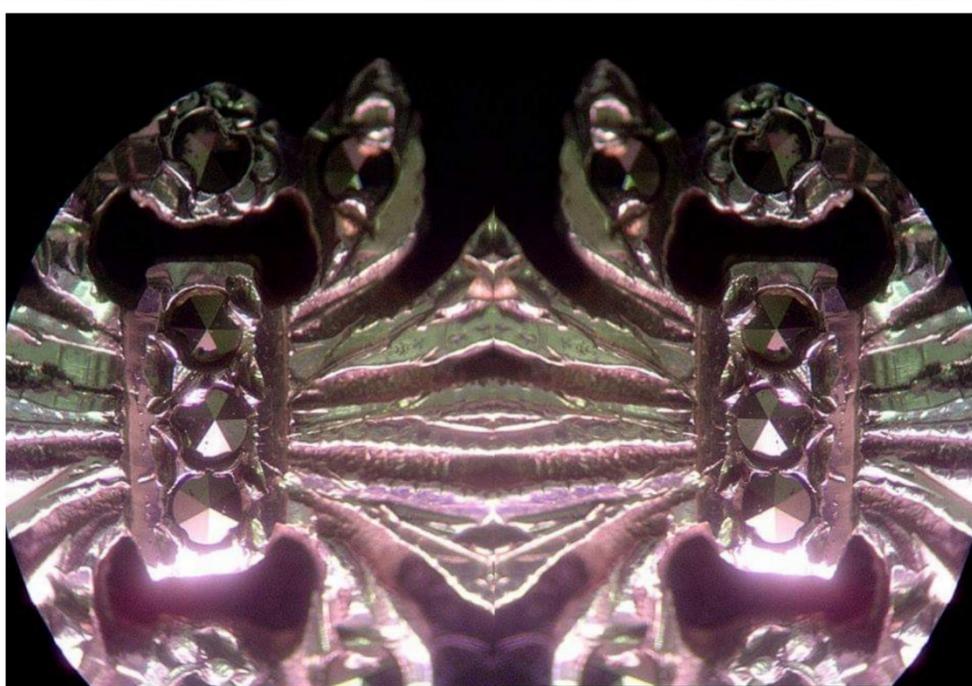
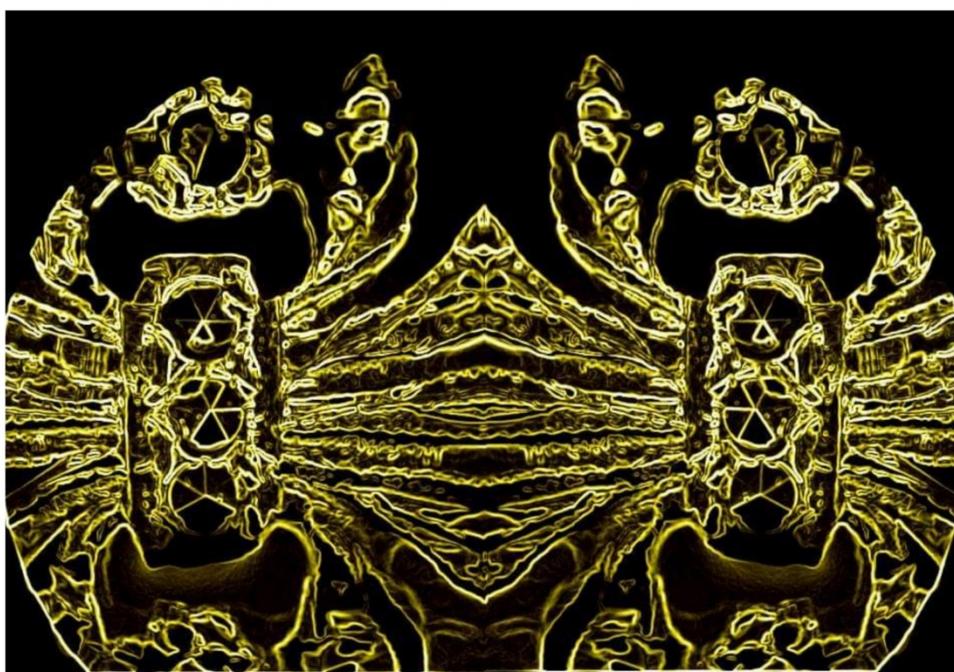


Figura 10 – Projecto de máscaras feitas por simetria de reflexão a partir de uma fotomicrografia do medalhão de prata da Fig. 9. Efeitos de fotomanipulação, efeitos néon do antigo programa Picasa ®.

A simetria de reflexão integra os programas do 3º ano, 1º ciclo. Para estimular o uso da lupa junto das camadas mais jovens, criou-se um projecto designado por “O microscópio vai ao Carnaval”. As isométricas com simetria axial (um/dois eixos de simetria de reflexão) criam frequentemente figuras que parecem caras, animais e por isso foi criado um projeto de máscaras! A coleção é enorme, foi divulgada em congressos e na rede social Facebook e foi integrada num projeto de Ciência e Arte com os pintores holandeses Poen de Wijs e Jantina Peperkamp [15]. Um outro trabalho com a prata, uma pulseira com pedras sintéticas foi anteriormente publicado [9] e também incluído neste projeto, com resultados nas figuras que se seguem.



Clementina Teixeira, IST



Clementina Teixeira, IST

Figura 11 – Projecto de máscaras feitas por simetria de reflexão a partir de uma fotomicrografia do medalhão de prata da Fig. 9. Efeitos de fotomanipulação, efeitos néon, do antigo programa Picasa ®.

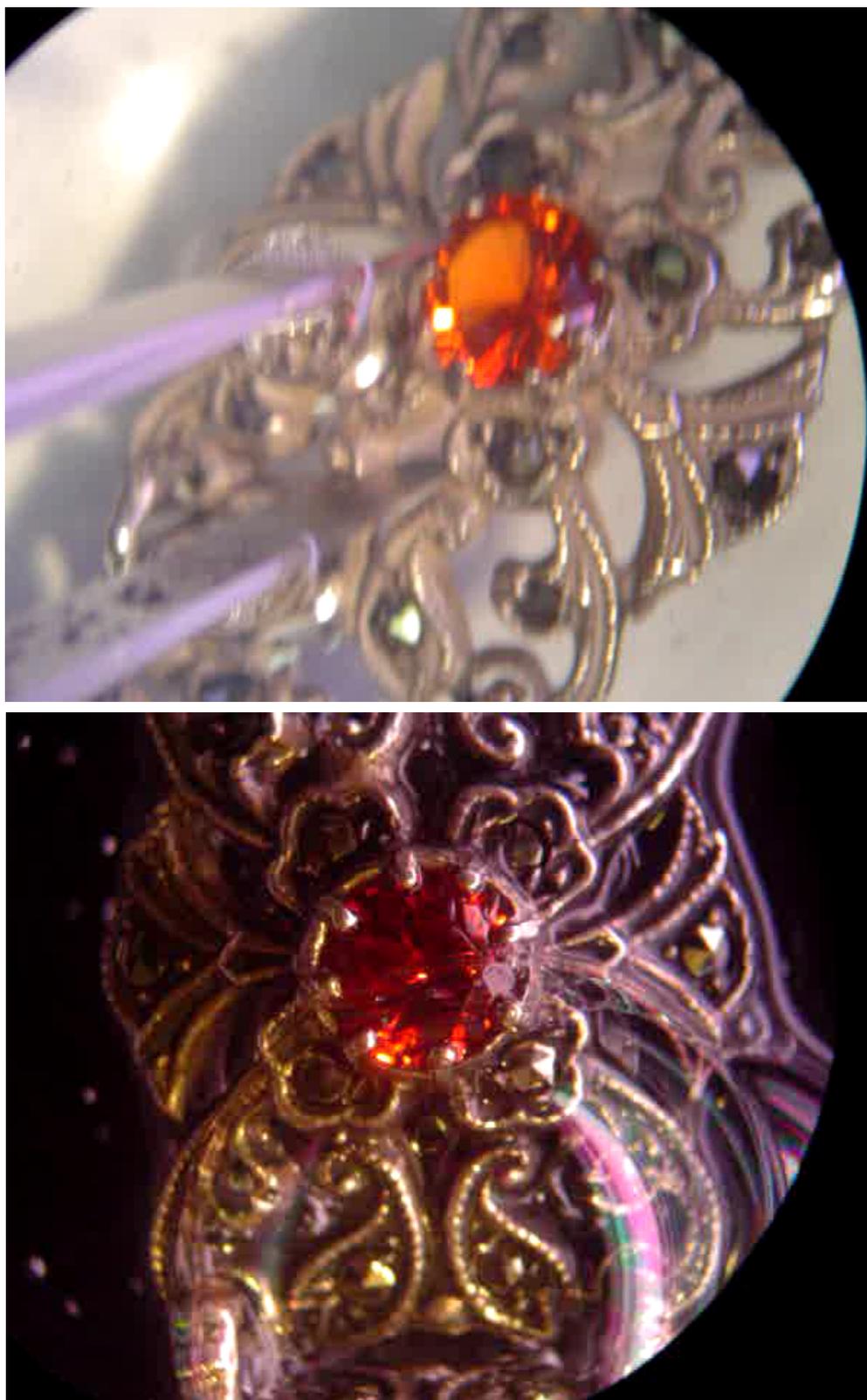


Figura 12 – Limpeza de uma pulseira de prata à lupa estereoscópica, 10x, com um preparado comercial contendo detergente. A foto macro desta pulseira foi publicada na ref. 9. Mais exemplos na ref. 4.

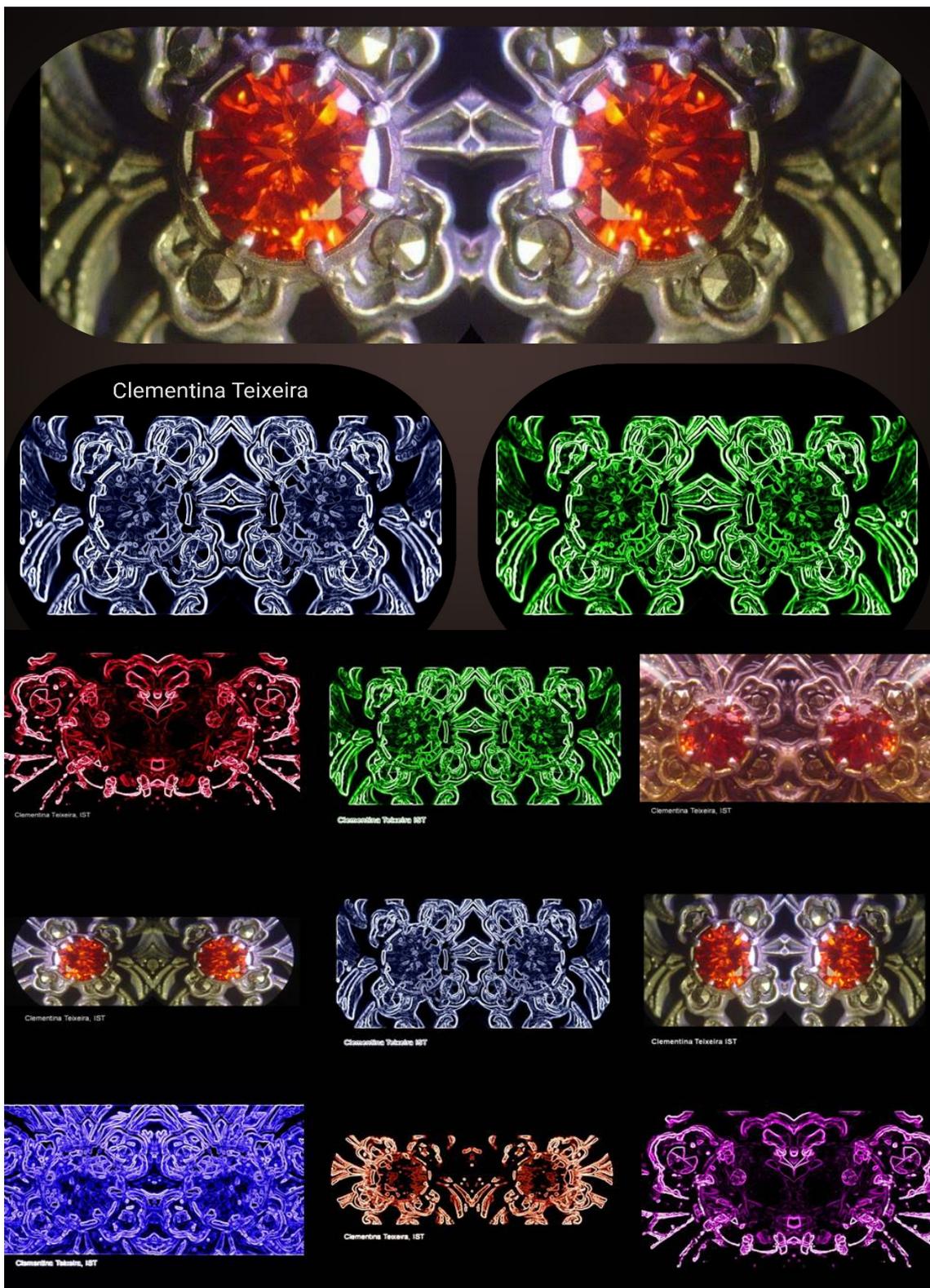


Figura 13 – Trabalhos de simetria de reflexão e fotomanipulação feitos a partir das fotomicrografias de uma pulseira de prata à lupa estereoscópica, 10x, com o original publicado na ref. 9. Efeitos néon no Picasa®. Projeto de máscaras para articulação com trabalhos de Arte de Poen de Wijs [15].

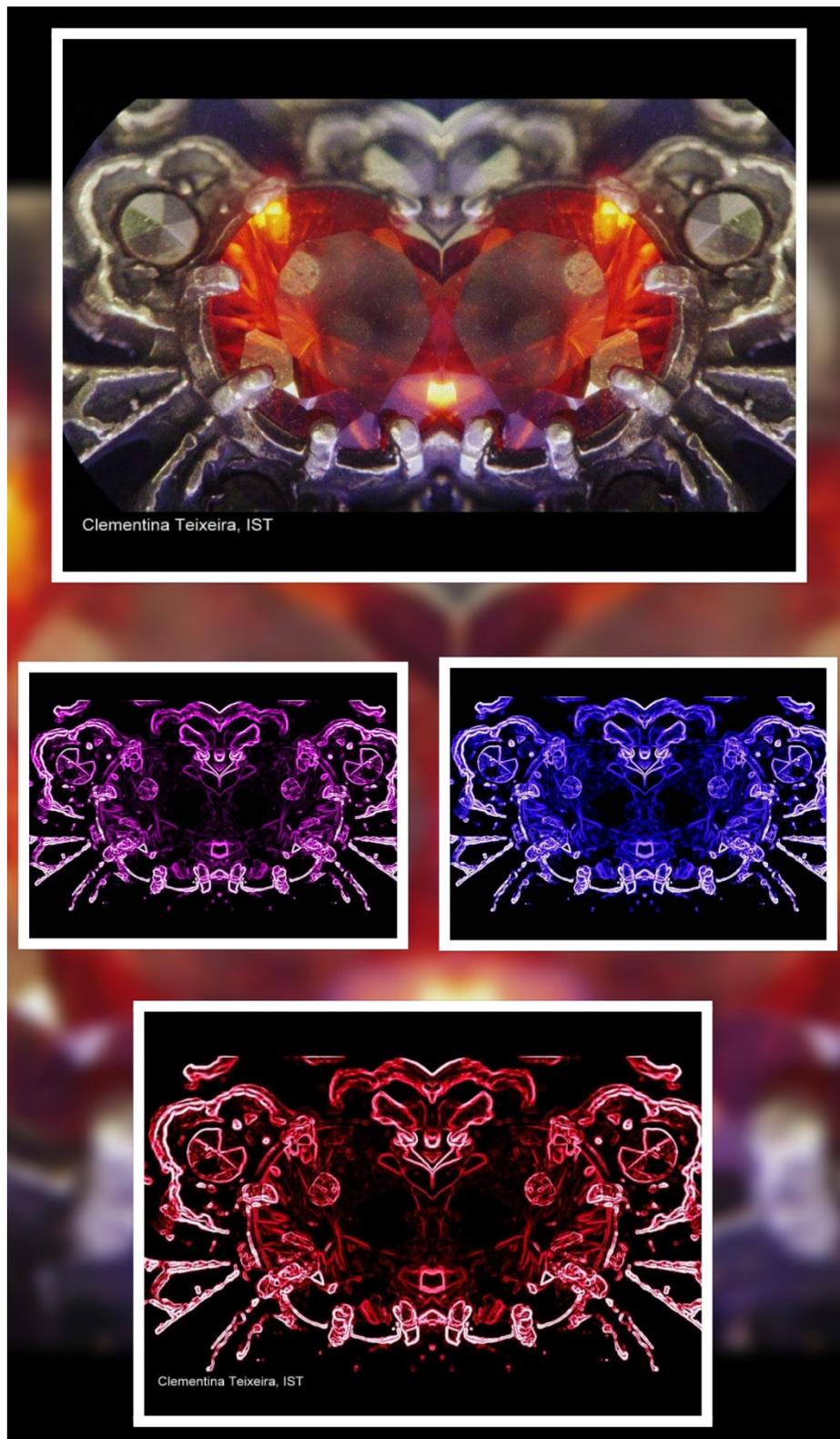


Figura 14 – Trabalhos de simetria de reflexão e fotomanipulação feitos a partir das fotomicrografias de uma pulseira de prata à lupa estereoscópica, 10x, com o original publicado na ref. 9. Efeitos néon no Picasa®. Projeto de máscaras para articulação com trabalhos de Arte de Poen de Wijs [15]. A figura foi baptizada de carochinha!



Figura 15 – As pedras de ourivesaria são muito populares (vidro e acrílicos) para observação à lupa estereoscópica, bem como a sua limpeza. Em cima, à direita e em baixo a ampliação marcada na lupa foi de 10x. Este valor é simbólico, apenas indica a graduação escolhida na lupa, no parafuso de regulação da ampliação. Para uma observação mais cuidadosa teria que ser usado um retículo/escala. Com o seu colorido, as fotomicrogrfias permitem construir padrões lindíssimos e muito coloridos, tal como foi feito com as zircónias cúbicas [3].



Figura 16 – Pedras de ourivesaria/bijuteria. Em cima a ampliação marcada na lupa foi de 10x. Em baixo, o tamanho real das pedras.

As pedras de ourivesaria/bijuteria são muito populares (vidro e acrílicos) para observação à lupa estereoscópica, bem como a sua limpeza [3]. Muitas destas pedras apresentam forte fluorescência por

irradiação com luz Ultravioleta a 254 e a 365 nm. Nos Artesãos do Século XXI têm sido feitas experiências deste tipo com grande êxito, com as pessoas a trazerem as suas próprias peças para ver o efeito da irradiação. No DEQ/ IST foram feitas experiências de forma informal nos Laboratórios Abertos em 2005 e em 2009 [16]. Foi feita uma palestra/exposição de aplicação da lupa estereoscópica à ourivesaria, com apresentação de um kit de experimentação de jóias que incluía testes de UV com diamantes, águas marinhas, rubis sintéticos e outras pedras, a convite da Ciência Viva [17]. Este projeto continuou a ser apresentado na secção Ourives do Século XXI [6,7].

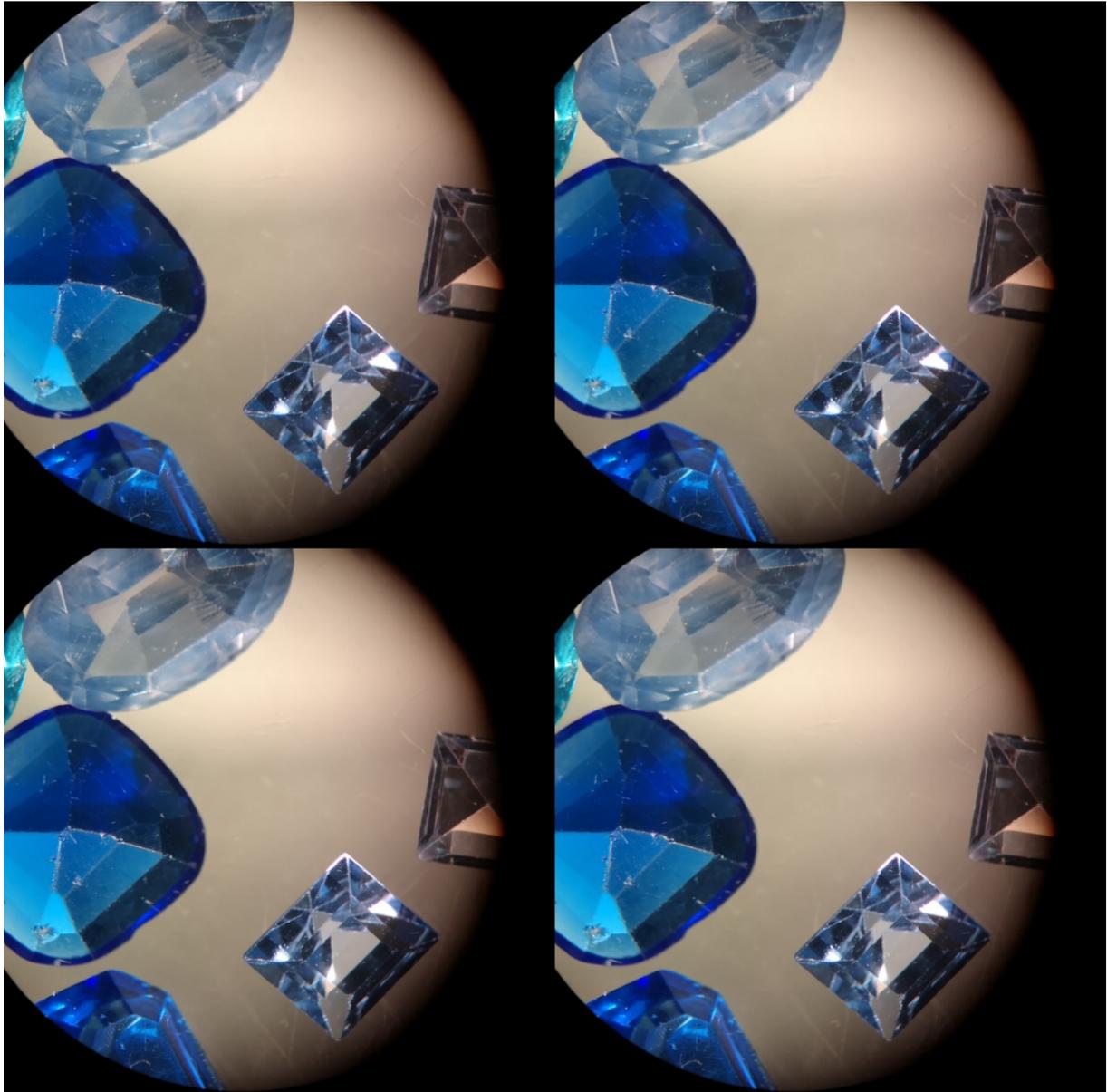


Figura 17 – Pedras de ourivesaria, vidros e acrílicos, simetria de translação, fotomicrografia, 10x. Será interessante para cada um dos padrões determinar quais os tipos de simetria neles utilizados. As gravuras podem acompanhar a venda destes materiais tão utilizados em bijuteria e ourivesaria.

Nas figuras que se seguem estão patentes vários padrões feitos com operações de simetria muito simples, a maioria das quais com simetrias de translação e reflexão, por utilização do Power Point®, seguindo o método apresentado para as zircónias cúbicas [3].

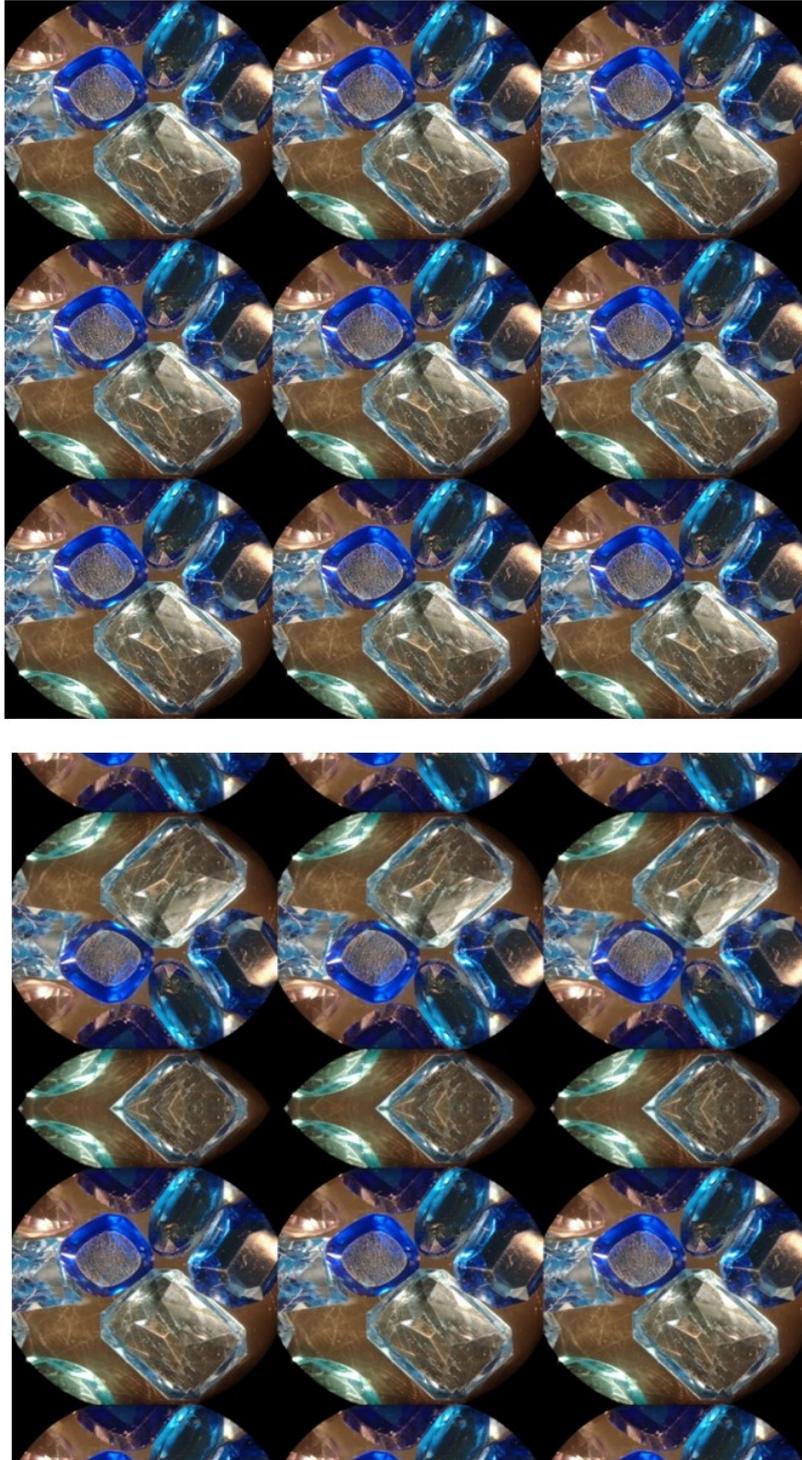


Figura 18 – Simetrias, em cima, por translação, em baixo por translação e reflexão. Fotomicrografia da Fig.15.

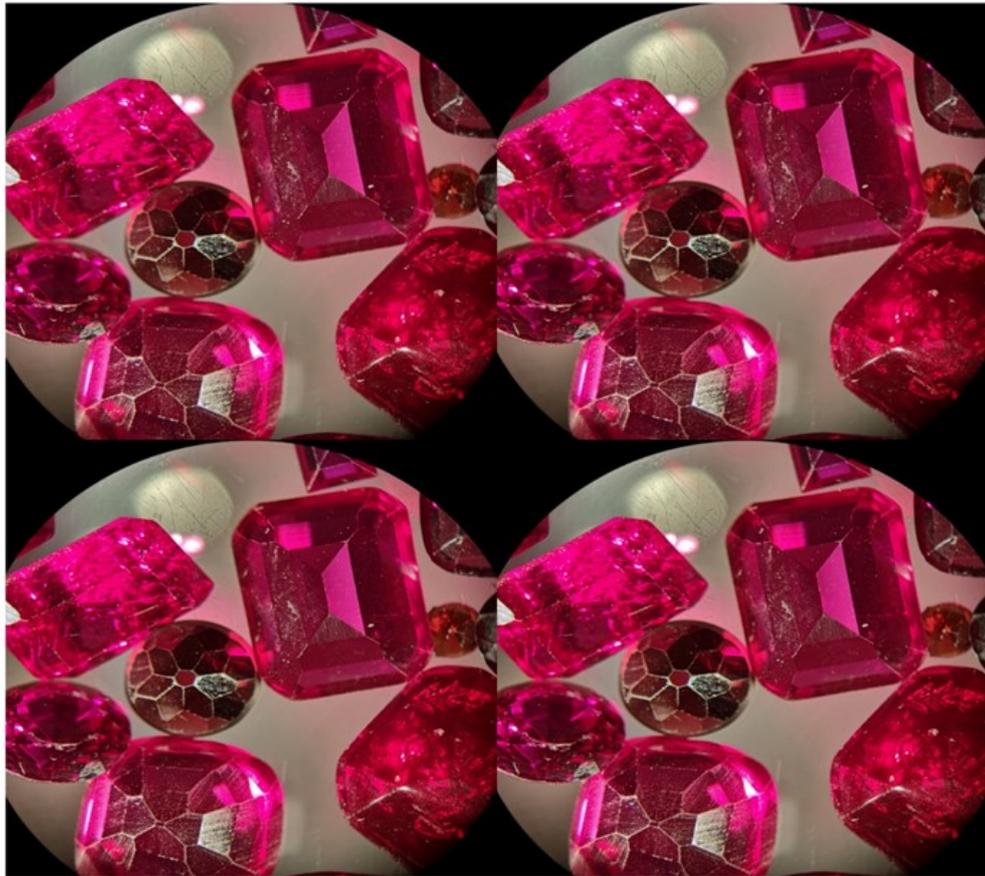


Figura 19 – Simetrias de translação em cima, combinação de fotomicrografias, 10x, em baixo.



Figura 20 – Simetrias de translação feitas a partir da montagem da Fig. 19, em baixo.

A construção destes padrões, a sua impressão em papel e tecidos pode tornar-se uma mais-valia para o comércio artesanal. É também uma excelente via para a discussão de conceitos matemáticos. Além dos pequenos algoritmos disponibilizados em telemóveis e no Google[®] fotos, de forma gratuita, embora com muito baixa resolução, a simetria tem sido explorada na utilização do programa GeCla de geração e classificação de simetrias [11,18]. Vários trabalhos foram apresentados e ligados à Arte, desde 2016, mas até agora ainda não foi feita a discussão desses padrões do ponto de vista matemático o que é uma pena, pois a utilização de cristais, por exemplo, dá padrões fantásticos que poderiam fazer a ligação da Matemática à Química, à Geologia, aos Materiais e à Ciência em geral. Com vários exemplos envolvendo a fotomicrografia do colar grego de prata da Fig. 1, encerra-se este capítulo.

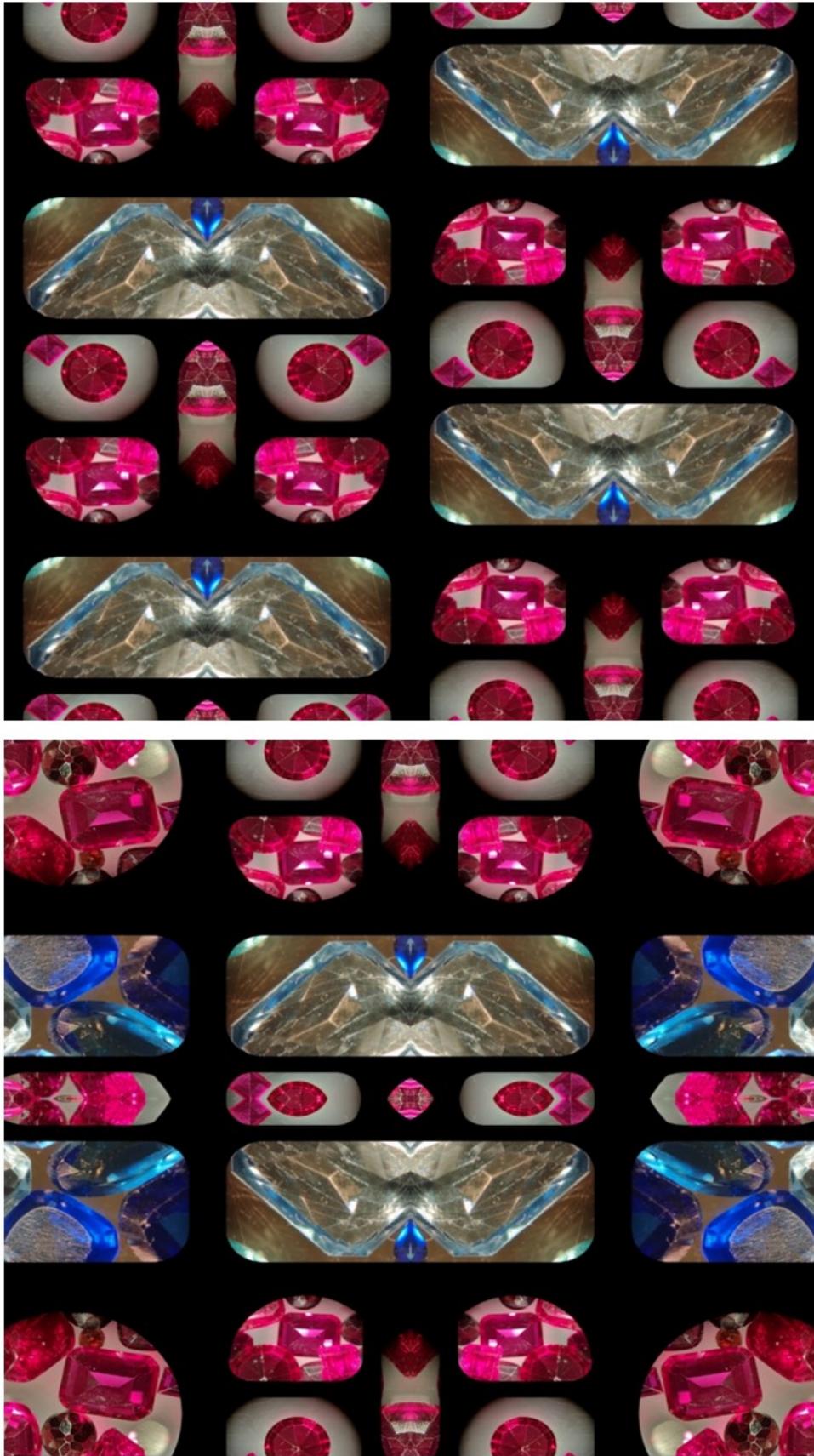


Figura 21 – Simetrias de translação feitas a partir da montagem da Fig. 17, em baixo.



Figura 22– Formatação de uma figura que pode representar uma placa de Petri, com simetrias feitas a partir de fotomicrografias de pedras de ourivesaria.

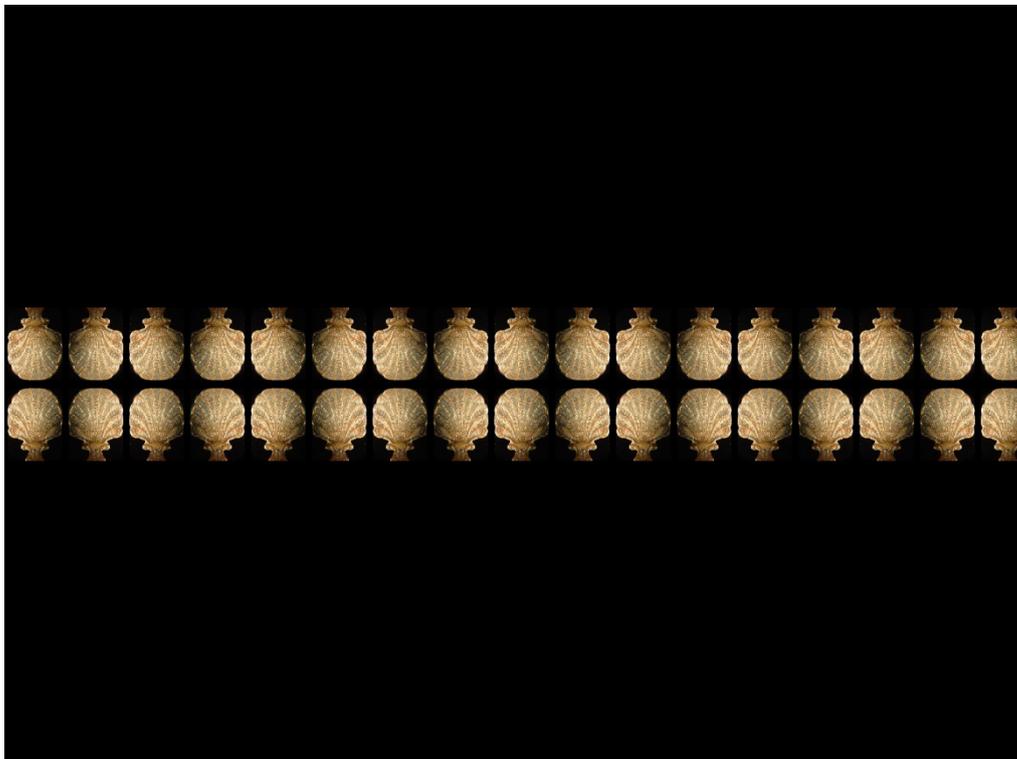


Figura 23 – Frisos gerados a partir da fotomicrografia da Fig. 1, de uma colher metálica, programa GeClá.

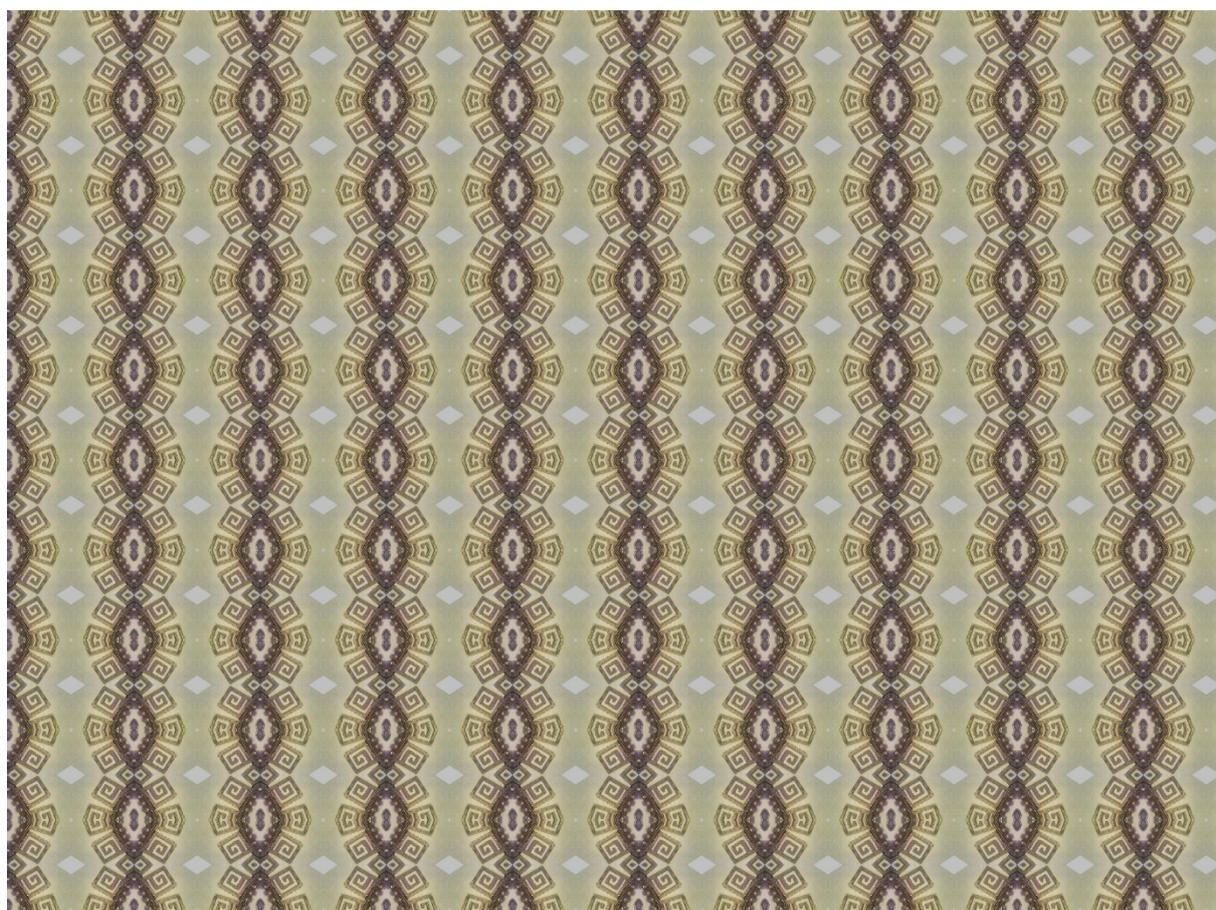
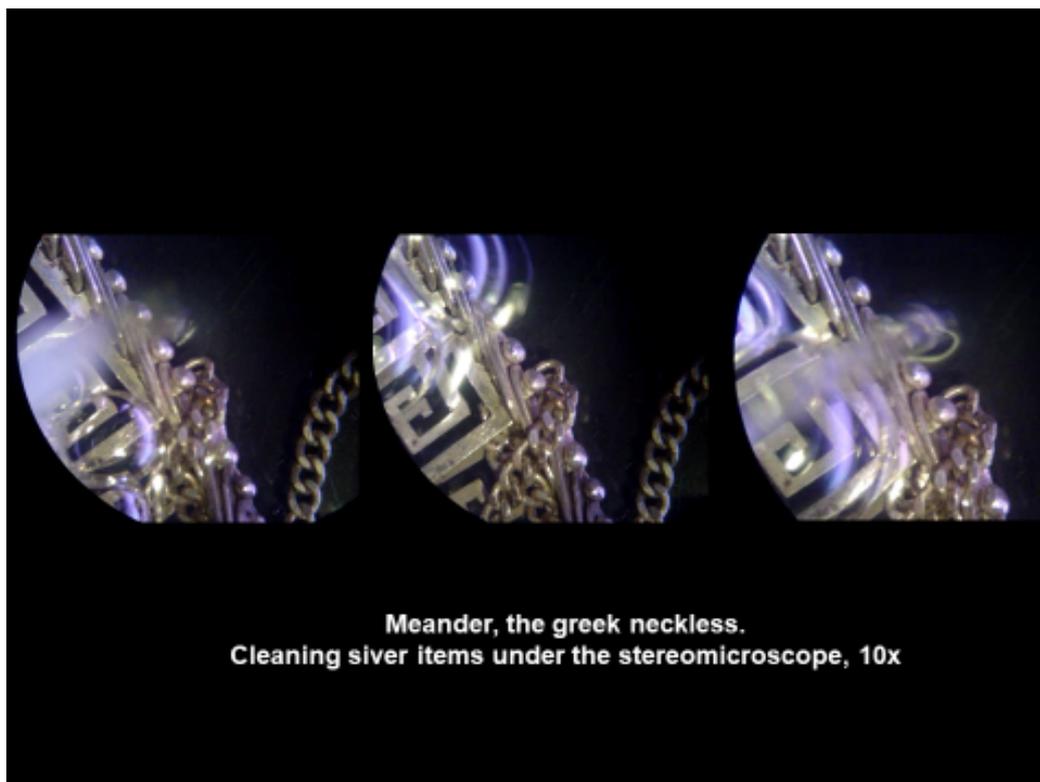


Figura 24 – Fotomicrografias, 10x, da limpeza do colar grego da Fig. 1. Em baixo, padrão gerado pelo GeCla a partir da fotomicrografia.

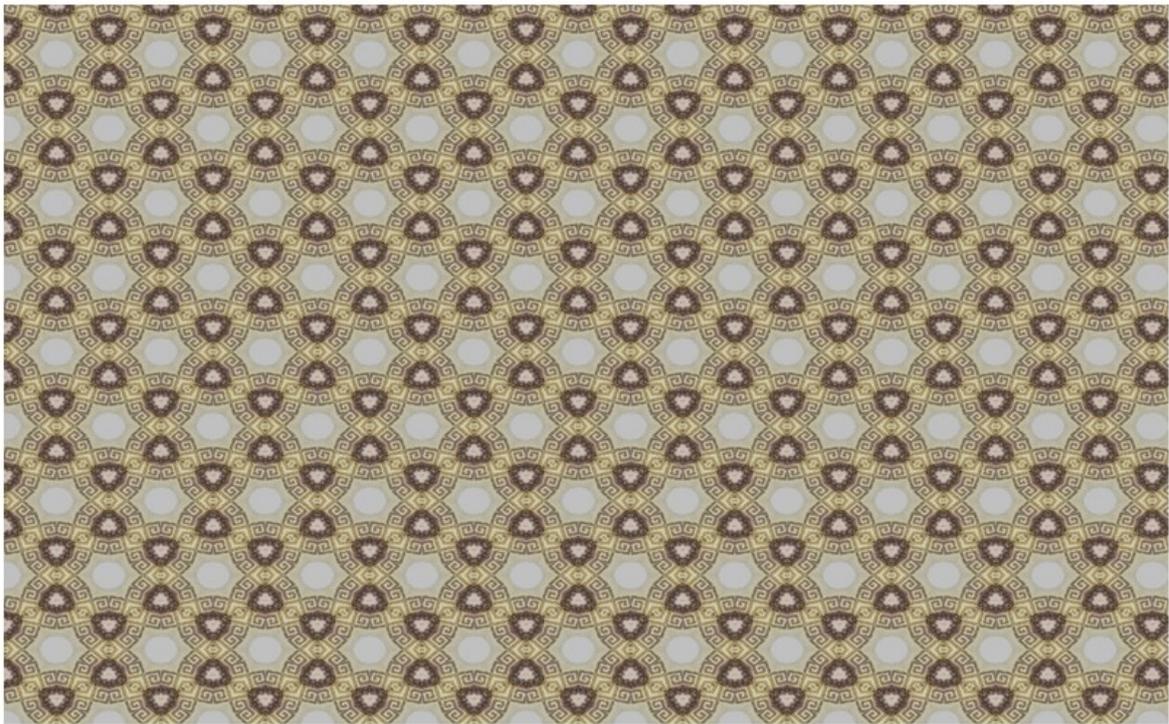


Figura 25 – Padrões gerados a partir da fotomicrografia do colar de prata das Figs. 1, 24 (GeCl₄).

Agradecimentos

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal, Centro de Química Estrutural – Project UIOB/00100/2020 (financiamento parcial). Este trabalho foi financiado pela autora que agradece a colaboração dos antiquários Vitorino Cravinho e Alice's Antiguidades.

Bibliografia e Notas

- [1] – Este é o quarto de vários Capítulos de uma publicação sobre cristais químicos e minerais ligada à temática apresentada nos Laboratórios Abertos 2020 do DEQ, num módulo experimental de observação à lupa estereoscópica, Cristais 3D e Exposição. O trabalho aqui descrito tem vindo a ser largamente divulgado noutras ações de outreach promovidas pelo Centro de Química Estrutural do IST-UL. Inclui ainda muito trabalho pessoal da autora, em colaboração com vários antiquários e ourives.
- [2] – 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, Março 2020, p.2-26. DOI: [10.13140/RG.2.2.24508.05769](https://doi.org/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_a_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Clementina_Teixeira_Centro
- [3] – Clementina Teixeira, “Observação de objetos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Zircónias”, Cap.2, 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, Março 2020, p1-19. DOI: [10.13140/RG.2.2.31520.40966](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31520.40966)
https://www.researchgate.net/publication/341878673_Observacao_de_objectos_de_ourivesaria_a_lupa_e_stereoscopica_Zirconias_Capitulo_2_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Clementina_Teixeira_Centro_de_Quimica_Estrutural_e
- [4] – Clementina Teixeira, “Observação de artefactos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Cristais metálicos: ouro, prata, cobre e ligas metálicas”, Cap.3, 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, Maio 2020, p1-15. DOI: [10.13140/RG.2.2.28717.92640](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28717.92640)
https://www.researchgate.net/publication/341942420_Observacao_de_artefactos_de_ourivesaria_a_lupa_estereoscopica_Cristais_metalicos_ouro_prata_cobre_e_ligas_metalicas_Capitulo_3_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Cleme
- [5] – 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, Fevereiro 2020, p127-180. DOI: [10.13140/RG.2.2.20543.05287](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20543.05287)
https://www.researchgate.net/publication/340606494_Cristais_em_3D_e_Exposicao/stats
- [6] – 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](https://doi.org/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.

https://www.researchgate.net/publication/266175081_Artesos_do_Sculo_XXI_Artesanato_observado_ao_microscpio
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/970271946347018/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/970272316346981/?type=3&theater>

- [7] – https://www.researchgate.net/publication/275891399_ArtesosOuroII
- [8] – 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.
- [9] – Clementina Teixeira, V. André, N. Lourenço, M. J. Rodrigues, “Crescimento de Cristais por Nucleação Heterogénea: On the Rocks Revisited”, *Ciência e Tecnologia dos Materiais*, 19, nº1-2 (2007) 66-77. Neste artigo aparece pela primeira vez a fotografia de uma jóia de prata e pedras sintéticas (aqui incluída) ampliada à lupa estereoscópica, evidenciando a utilidade desta técnica em ourivesaria.
- [10] – Clementina Teixeira, “O Microscópio Descobre a Prata”, *Artesãos do Século XXI*,
https://www.researchgate.net/publication/275892694_ArtesaosAg1#fullTextFileContent
https://www.researchgate.net/publication/275951577_ArtesaosAg2
https://www.researchgate.net/publication/276937089_ArtesaosAg3
- [11] – 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/326395751_Ciencia_e_Arte_Simetrias
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/622568824450667/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2258314230876110/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/622568827784000/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266388333402033/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266388310068702/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266388373402029/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266577350049798/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266577253383141/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/640888582618691/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/601081339932749/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/601081333266083/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2266718286702371/?type=3&theater>

- [12] – Clementina Teixeira, Gonçalo Santos, Erik C.P. Benedicto, [“Reações Químicas e Formação de Cristais à Lupa Estereoscópica no Ano Internacional da Tabela Periódica 2019”](#), comunicação em Poster, VI Encontro Internacional da Casa das Ciências, FCUL, 10-12 de Julho 2019. DOI: 10.13140/RG.2.2.20057.4720.
- [13] – Maria Conceição Oliveira, Hermínio Diogo, Clementina Teixeira, Manuel Francisco Costa Pereira, **Cristais “On The Rocks”, Microscopia Química: Fotografia Científica e Arte Digital**, Poster, V Encontro Internacional da Casa das Ciências, Centro Cultural Vila Flor, Guimarães, 9-11 de Julho de 2018. (Centro de Química Estrutural e Museu Alfredo Bensaúde, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa).
<https://www.researchgate.net/publication/326676156> Poster Cristais On the Rocks Digital Art Photomicrography
<https://www.researchgate.net/publication/326676133> Maria Conceicao Oliveira Herminio Diogo Clementina Teixeira Manuel Francisco Costa Pereira Cristais On The Rocks Microscopia Quimica Fotografia Científica e Arte Digital Poster V Encontro Internaciona
- [14] – Clementina Teixeira, Maria da Conceição Oliveira, Erik Ceschini Panighel Benedicto, **Electric Dreams**, Poster PA10, XII Iberic Meeting of Electrochemistry & XVI Meeting of the Portuguese Electrochemical Society, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 8-11 de Setembro de 2010. DOI: 10.13140/RG.2.1.2363.5369
<https://www.researchgate.net/publication/276092177> Clementina Teixeira Maria da Conceicao Oliveira Erik CP Benedicto Electric Dreams Poster PA10 XII Iberic Meeting of Electrochemistry XVI Meeting of the Portuguese Electrochemical Society Instituto Sup
<https://www.researchgate.net/publication/279955707> Electric Dreams Chemical Microscopy#fullTextFileContent
- [15] – Clementina Teixeira, álbum de máscaras e de ligação da microscopia à Arte de Poen de Wijs e Jantina Peperkamp. Algumas das máscaras construídas por simetria de reflexão a partir de fotomicrografias de jóias e de outros objectos.
https://www.facebook.com/pg/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=596390543735162
- [16] – Experiências de fluorescência de gemas e pedras usadas em ourivesaria, Laboratórios Abertos do DEQB, 2009. Câmara escura improvisada com uma caixa de madeira e pano preto, com a lâmpada lá dentro, irradiação a 254 e 365 nm.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/599153256792224/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/599153270125556/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.962424180465128/3902453386462178/?type=3&theater>
- [17] – Clementina Teixeira, **Crystal Growth and Chemical Microscopy-Perspectives on the development of new didactical materials**, “Innovation days”, 4^{as} Jornadas de Inovação 2009, Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, Feira Internacional de Lisboa, 20 de Junho 2009. DOI:10.13140/RG.2.1.4636.8802
<https://www.researchgate.net/publication/274718482> Clementina Teixeira Crystal Growth and Chemical Microscopy-
Perspectives on the development of new didactical materials Innovation days 4as Jornadas de Inovacao 2009 Agencia Nacional para a Cultura Cie#fullTextFileContent
- [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.
<https://www.researchgate.net/publication/326463966> cientistas e artistas quimica e arte?showFulltext=1&linkId=5b4f4d44a6fdcc8dae2b2399
<https://www.researchgate.net/publication/326463562> Clementina Teixeira Jacob Christian Poen de Wi

[js Jantina Peperkamp Christa Zaat Cientistas e Artistas Divulgacao de Quimica e Arte comunicacao oral V Encontro Internacional da Casa das Ciencias Centro](#)

Capítulo 5. Cristais químicos de limpa-pratas com tioureia. Árvores de prata. Observação à lupa estereoscópica.

Clementina Teixeira, Erik Ceschini Panighel Benedicto, Gonçalo Santos

Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

A prata, Fig.1, é um metal de eleição do ponto de vista de divulgação científica: a sua aplicação em ourivesaria, bijuteria e na composição de ligas metálicas é um assunto que já foi várias vezes abordado, principalmente no contexto de observação à lupa estereoscópica [1-10]. Porém, o facto de ser reactiva e actuar como oxidante em reações redox com outros metais (Hg, Cu, Pb, Sn, Zn, Mg), como é o caso das suas soluções aquosas de nitrato de prata, permite-nos acompanhar, à lupa, o belíssimo crescimento dos seus cristais dendríticos, formando fractais, as conhecidas árvores de prata [11-16]. Por outro lado, a sua limpeza por métodos químicos é outro aspecto a considerar e neles podemos ter duas vertentes: um método em que forma um par redox com folha de alumínio, em meio básico (suspensão de detergente de roupa, Skip®), o qual foi descrito na Exposição Artesãos do Século XXI [10]; o outro, ainda por explicar do ponto de vista químico, em que reage com preparados comerciais contendo tioureia, Figs 2,3, que ao evaporar formam cristais hourglass com defeitos cristalinos em forma de ampulheta pela oclusão de solvente na rede cristalina. Serão estes os objectivos principais neste capítulo. Na Fig.1 apresentamos fotomicrografias de folha de prata vista à lupa estereoscópica [5], as quais têm sido utilizadas em trabalhos de ligação da Ciência à Arte de Poen de Wijs [17] e no projeto de microscopia aplicada “Artesãos do Século XXI” [7,18]. Muitos pintores têm obras com aplicação de folha de prata e ouro, seduzidos pelo seu brilho metálico. Tal é o caso de Poen de Wijs (folha de Au, Ag, Cu) [18], Duma Arantes (folha de ouro) [19] e Jacqueline De Montaigne (série de pássaros em folha de ouro e de prata) [20].

Os cristais de prata, com o seu brilho prateado característico podem no entanto aparecer de cor dourada, quando observados à lupa estereoscópica, dependendo tal facto do tipo de iluminação utilizada (o brilho dourado resulta do uso de luz incandescente na iluminação). Apresentam-se a seguir experiências com cristais de tioureia, cristais de limpa-pratas contendo tioureia e alguns exemplos de cristais dendríticos do metal, formados a partir das conhecidas reações de oxidação

– redução de deslocamento de metal. Estas últimas são ferramentas muito importantes para a divulgação da série electroquímica dos metais e serão descritas em diversos capítulos.

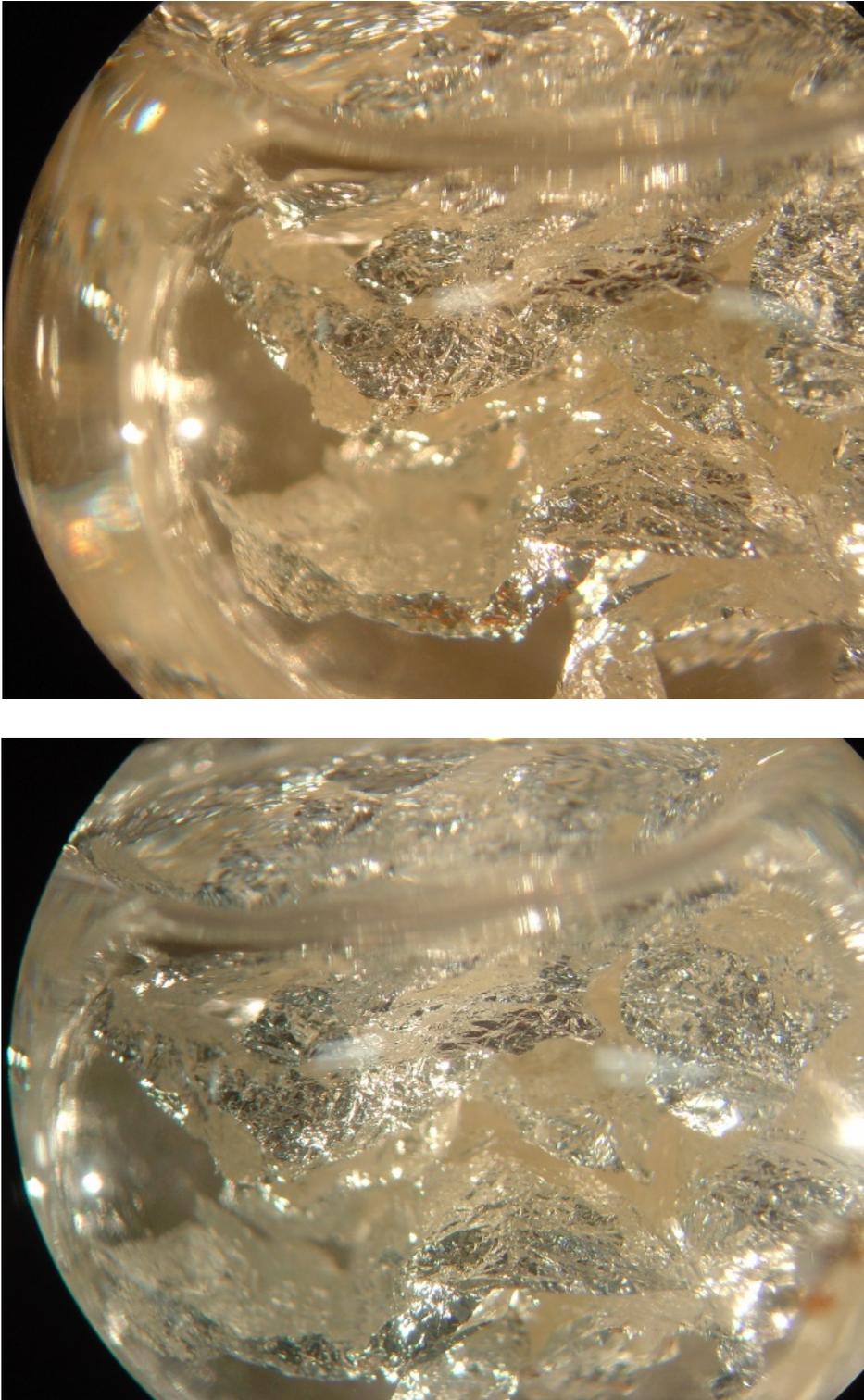


Figura 1- Fotomicrografias de folha de prata, acondicionada num frasco contendo óleo, lupa estereoscópica, 10x [3,5].

5.1. Tioureia, lupa estereoscópica

Com uma estrutura semelhante à da ureia, com um átomo de enxofre no lugar do oxigênio, a tioureia, Figs.2, 3, apresenta-se como uma substância cristalina e branca, solúvel em etanol e água (solubilidade a 25°C de 140g/L e ponto de fusão de 180°C).

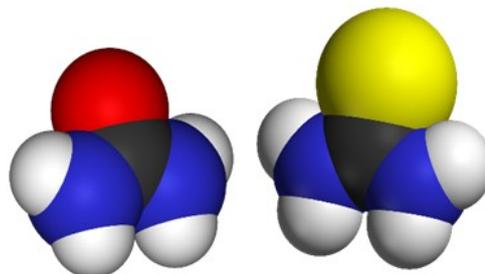
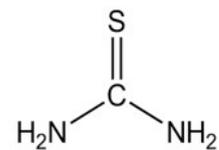
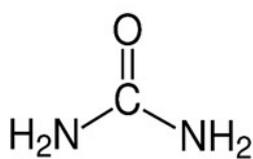
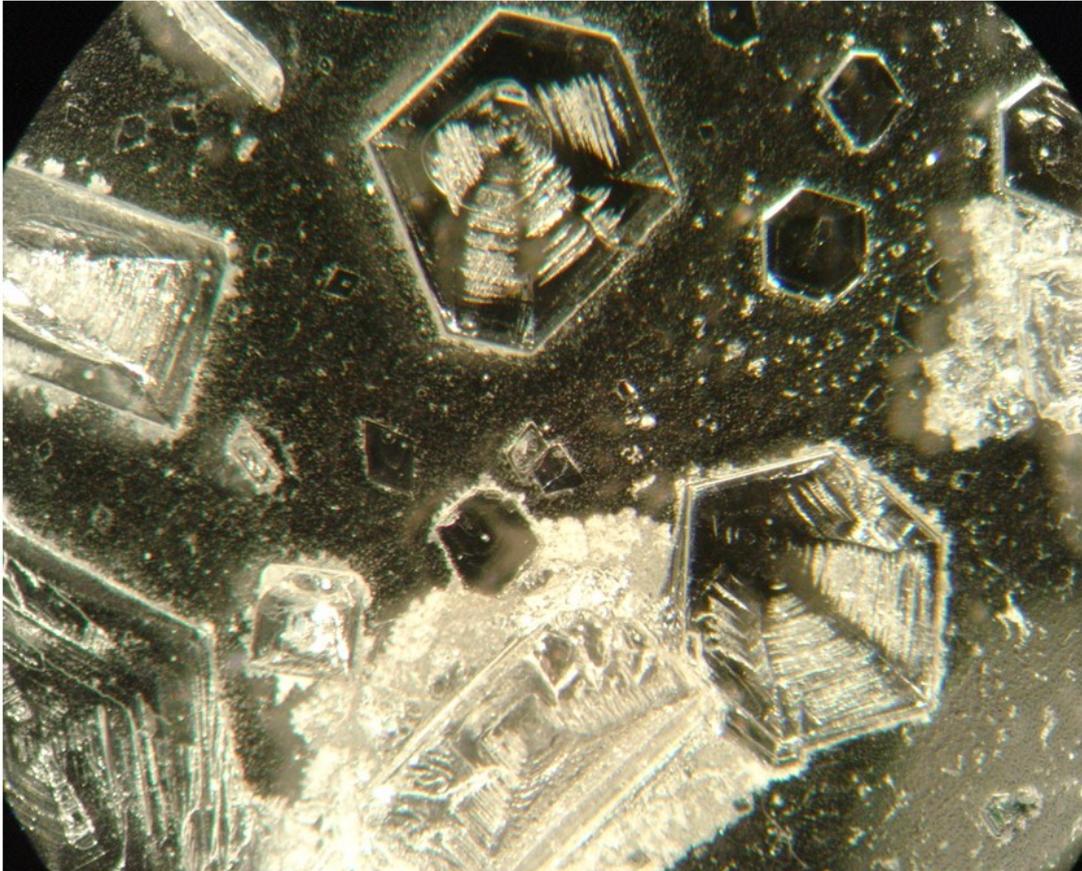


Figura 2 – Cristais moleculares de tioureia (tiocarbamida) observados à lupa estereoscópica, com diferentes hábitos cristalinos, 20x. Fórmulas estruturais da ureia e da tioureia [5, 21,22]. Comparando os dois modelos, ao centro, podem-se ver as dimensões relativas dos átomos de oxigênio, a vermelho e de

enxofre, a amarelo. Seria interessante fazer um estudo comparativo das forças intermoleculares/pontes de hidrogénio, nos dois casos!

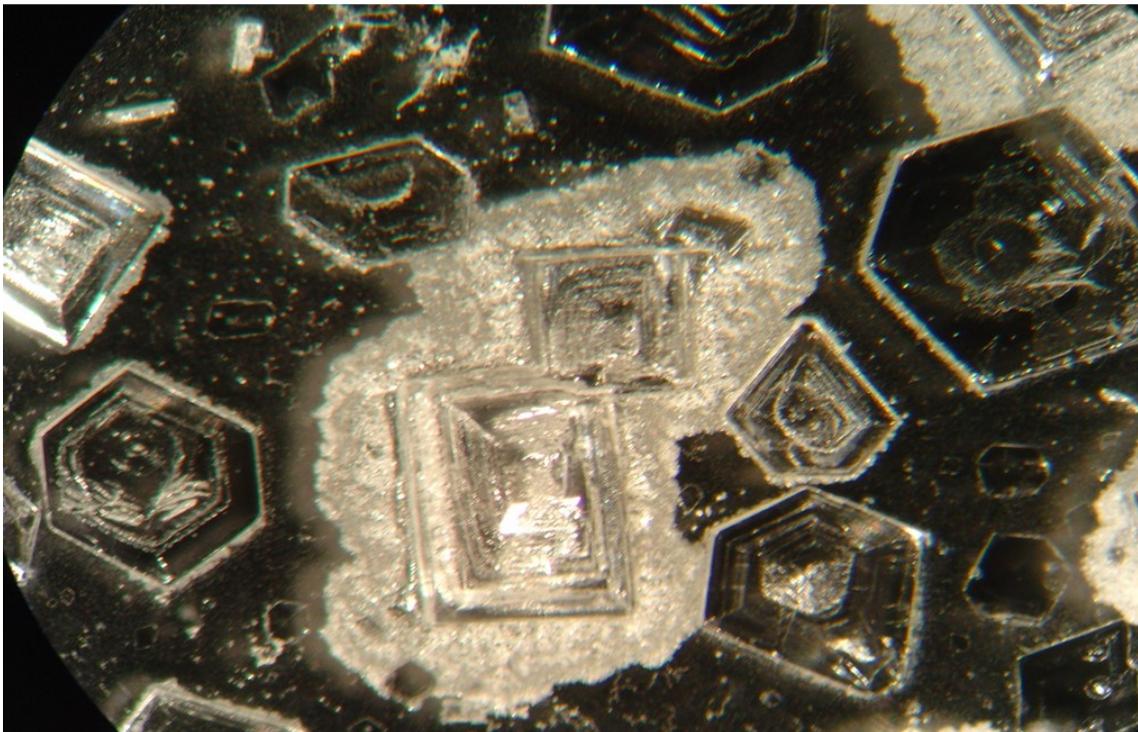
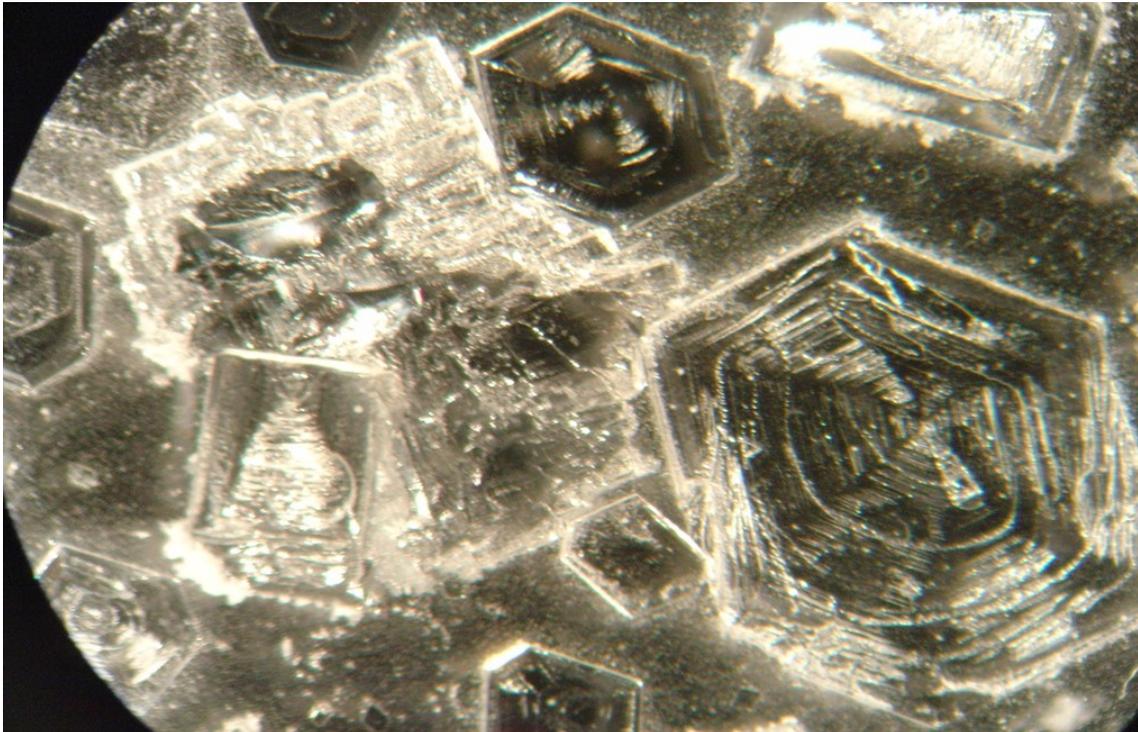
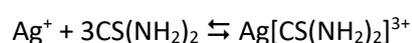
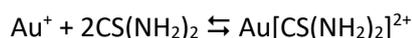


Figura 3 – Cristais moleculares de tioureia, lupa estereoscópica, com diferentes hábitos cristalinos, 20x. Ao centro aparece um cristal com oclusão de solvente, formando um defeito cristalino, “hourglass”, em forma de ampulheta, rodeado por microcristais numa mancha esbranquiçada [5].

A preparação desta substância é feita por aquecimento de solução de tiocianato de amónio (NH₄SCN) concentrado em presença de dissulfeto de carbono (CS₂). Este composto tem muitas aplicações: aditivo orgânico para melhorar a qualidade do cobre em processos de refinação electrolítica, aditivo para aumentar a resistência ao fogo do Nylon, inibidor do branqueamento e/ou amarelecimento da lã quando exposta à luz solar. Uma das propriedades da tioureia é o seu poder de atuar como complexante de ouro e de prata em soluções aquosas, como se mostra nas reações a seguir [5].



Uma outra aplicação da tioureia, a que mais nos interessa neste contexto, são as soluções comerciais líquidas de limpeza de prata por imersão, das quais este composto faz parte, juntamente com outras substâncias e surfactantes, Figs. 4,5. Desconhece-se a composição química destes preparados que começaram a ser usados de forma sistemática em demonstrações laboratoriais desde 2007 [24]: permitem produzir cristais belíssimos,

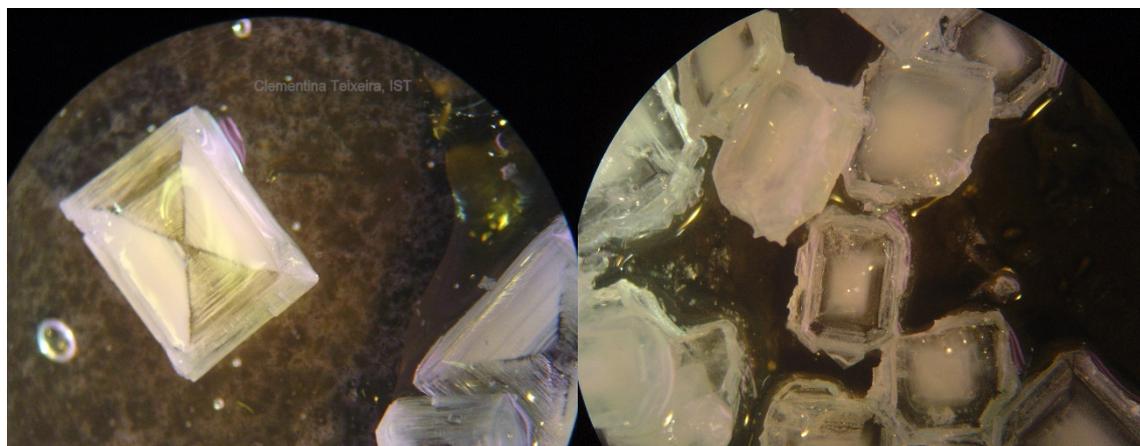


Figura 4 – Fotomicrografias dos primeiros cristais hourglass de limpa-pratas com tioureia que foram obtidos em laboratório em aulas de Química Geral e Química Inorgânica, a título de demonstração. A observação à lupa estereoscópica foi de 10x (graduação do parafuso micrométrico). O fascínio pela obra de Michael Davidson no site Molecular Expressions® estava então no auge, com as suas micropaisagens, micscapes, microsapes, feitas, principalmente, com luz polarizada. Porém a luz polarizada não estava ainda disponível no Laboratório naquela altura. Deste conjunto de imagens, algumas foram apresentadas num Congresso da SPQ, como se vê pelo resumo então apresentado, Figura 5. As imagens obtidas com iluminação sempolarização da luz permitem interpretar com mais facilidade a química envolvida nestes processos e são mais parecidas com a realidade dos testes feitos em tubo de ensaio, cristizador ou lamela de vidro.

MICROSCOPIA QUÍMICA E CRISTAIS: UMA REVOLUÇÃO CULTURAL EM CURSO

Clementina Teixeira*

Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa

**clementina@ist.utl.pt*

Micrositeseeing: palavra sugerida para a pesquisa de sites de microscopia na Web. A par de estudos em áreas especializadas, como são a Química Forense, a caracterização de materiais (polímeros, compósitos, surfactantes) a Petrologia (estudo de minerais, rochas, meteoritos), a microbiologia, a medicina, a engenharia de cristais, cada vez aumenta mais a associação das técnicas microscópicas ao ensino lúdico em clubes de ciência e às artes, podendo já afirmar-se que existe uma revolução cultural em curso. Novas palavras surgem tais como *micscapes*, *microscapes*, *bioscapes*, *expressions* e *impressions*, associadas, principalmente, à fotomicrografia de luz polarizada. Pretende-se nesta comunicação apresentar as potencialidades da microscopia química de Chamot e Mason no campo do crescimento de cristais e estudo de reacções químicas, salientando o seu papel de relevância no ensino da Química e a sua possível ligação a indústrias que possam explorar a sua componente estética.

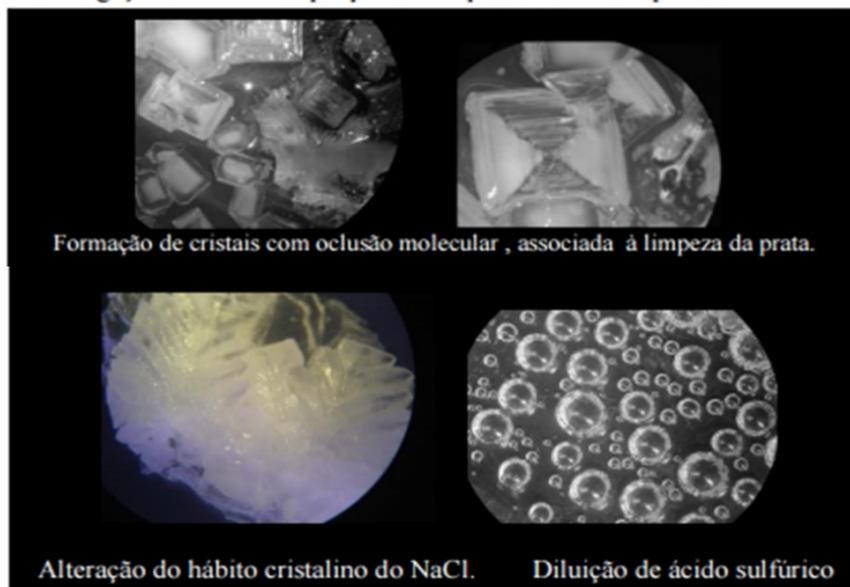


Figura 1. Microscopia Química: estudo de reacções e formação de cristais.

Financiamento FCT e Projecto Ciência Viva, CV/VI/ID976.

de limpa-pratas com tiourea em cima (2007, Fig.4). Ampliação de 10x (esq.) e 20x (dir.). A solução não esteve em contacto com a prata.

com uma grande variedade de hábitos cristalinos, alguns deles com defeitos de oclusão molecular de solvente (água) formando as famosas figuras ampulheta (cristais hourglass), Figs. 4, 5 [7,9,23]. Estas experiências começaram por um acaso (feliz!), durante a limpeza da prata em casa. Com efeito, algumas gotas da solução já utilizada caíram sobre uma superfície metálica (alumínio) revelando a imediata formação de dendrites, visíveis a olho nú, o que é um sinal muito promissor em relação à formação de cristais. Depois disso foi feita a evaporação de algumas gotas dessa solução em lamela de vidro, em repouso, o que revelou belíssimas dendrites e pequenos cristais à lupa estereoscópica com ampliação elevada (63x, 126x), com resultados semelhantes aos da Fig. 6 [9]. As experiências que então se fizeram podem ser analisadas em pormenor nos cartazes dedicados à Química da prata, na Exposição de microscopia aplicada “Artesãos do Século XXI”, “o microscópio descobre a prata” [9-11]. Presentemente estas experiências passaram a ser feitas em cristalizador ou placa de Petri, Figs. 7-10, usando maiores quantidades de solução, levando à formação de micropaisagens lindíssimas: basta para isso verter o líquido num cristalizador ou placa de Petri e deixar evaporar em repouso, a uma temperatura entre 5 e 7 °C, em local bem ventilado, pois o preparado é tóxico e há suspeita de que possa ser carcinogénico por exposição continuada, pelo que se deve consultar o rótulo e instruções da embalagem (existem muitas marcas no mercado de produtos de ourivesaria). Fizeram-se experiências antes e depois do contacto com prata enegrecida com patine, Ag_2S , mas não se chegou a qualquer conclusão sobre a composição da mistura.

As soluções usadas na limpeza revelam por vezes uma coloração esverdeada, Fig.11 e também formam cristais com diferentes hábitos. Devido à presença do detergente, as preparações no final mostram-se em geral pegajosas e os cristais aparecem cobertos com uma massa gelatinosa, Fig.7. Seria interessante investigar se a complexação da prata (vide equação química na página 5) está relacionada com a capacidade de remover a patine de sulfureto de prata que a escurece. Durante a limpeza da prata, com estes preparados, libertam-se gases com o odor característico do sulfureto de hidrogénio pelo que a limpeza deve sempre ser feita em local bem ventilado ou debaixo de um exaustor. Nas Figuras seguintes mostram-se diversas fases da cristalização destes preparados. Na rede social Facebook encontram-se também muitos exemplos destas experiências [25].



Limpa – pratas usado. A evaporação em lamela é muito rápida, com formação de cristais mais pequenos.

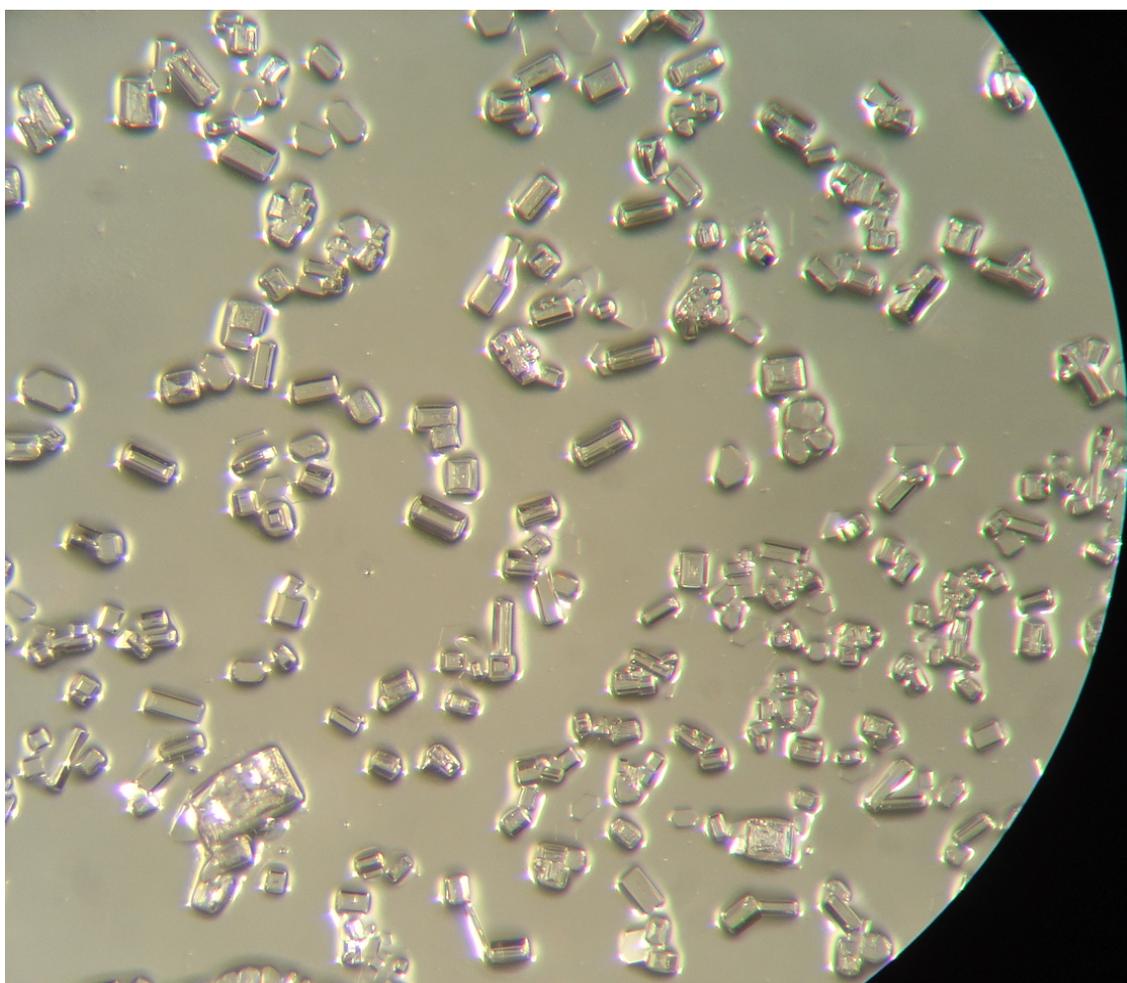
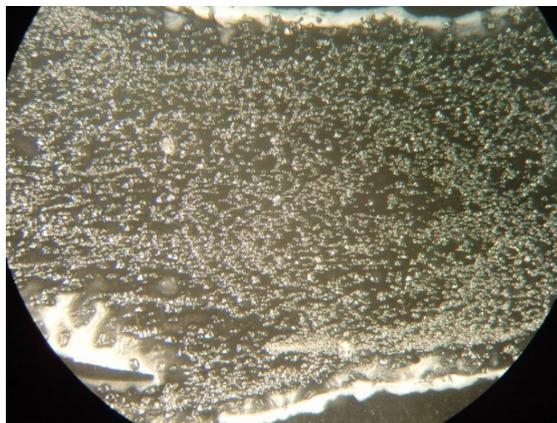


Figura 6 – Limpa-pratas usado na limpeza de vários objetos de prata, com formação de pequenos cristais por evaporação rápida em lamela de vidro. Várias ampliações. Ver também a refs. 9, 10, onde se conta a história toda das experiências com este reagente, desde as primeiras feitas em lamelas de vidro.

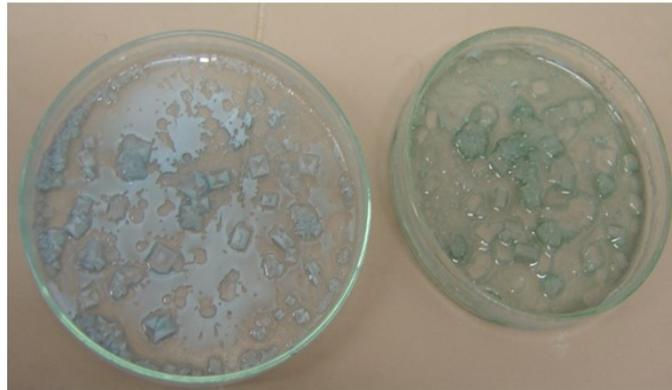


Figura 7 – Experiências com solução de limpeza de prata com tiourea em cristalizadores e placas de Petri antes de ser utilizada. Em baixo, cristais com oclusão de solvente e aspecto gelatinoso vistos à lupa estereoscópica, 10x.

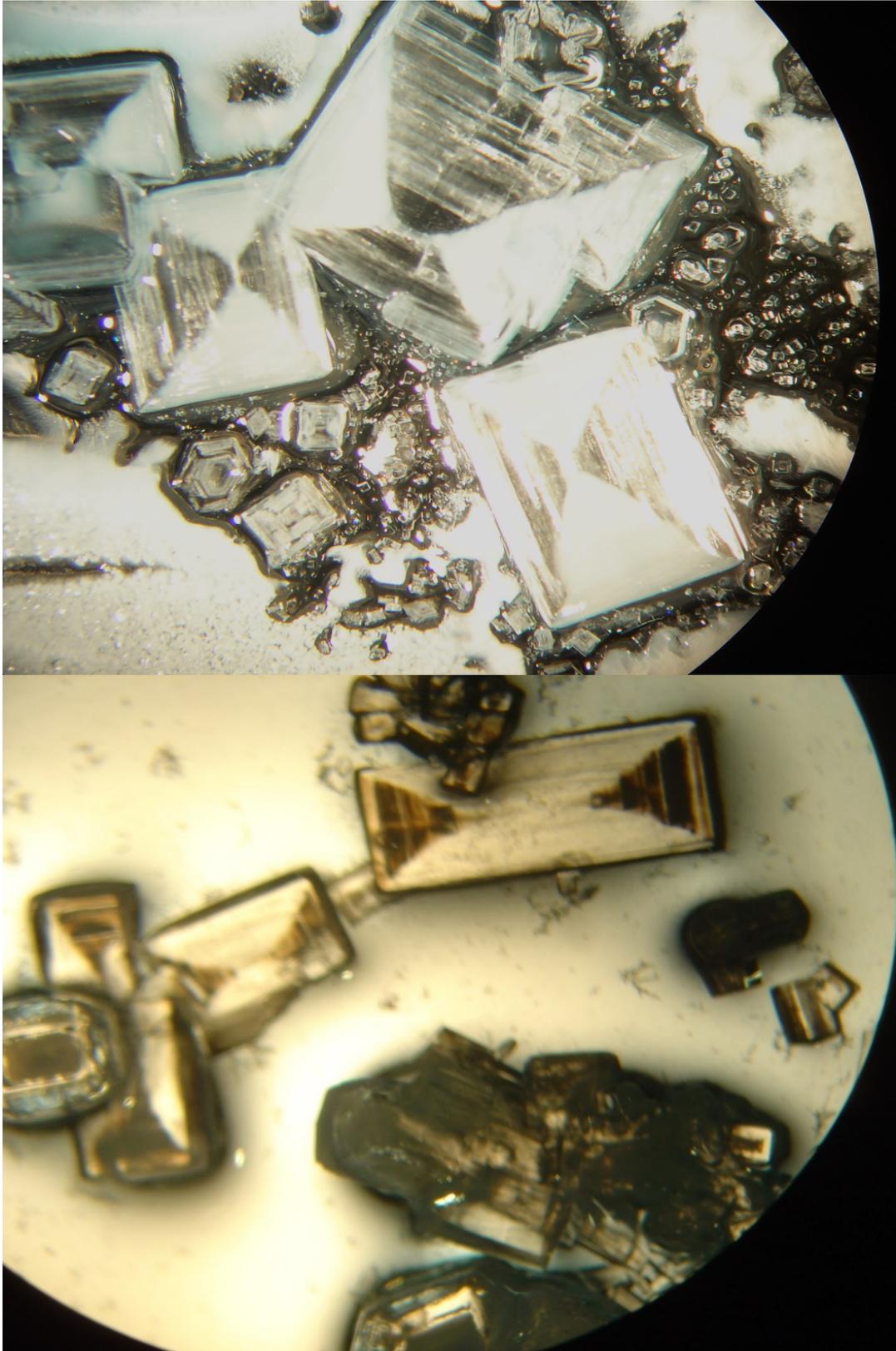


Figura 8 – Cristais *hourglass* formados a partir de uma solução de limpa-pratas sem contacto com a prata enegrecida. Ampliação de 20x, em cima e de 10x em baixo. A coloração depende bastante do tipo de iluminador da lupa. Com luz natural predomina um tom azulado nas preparações.

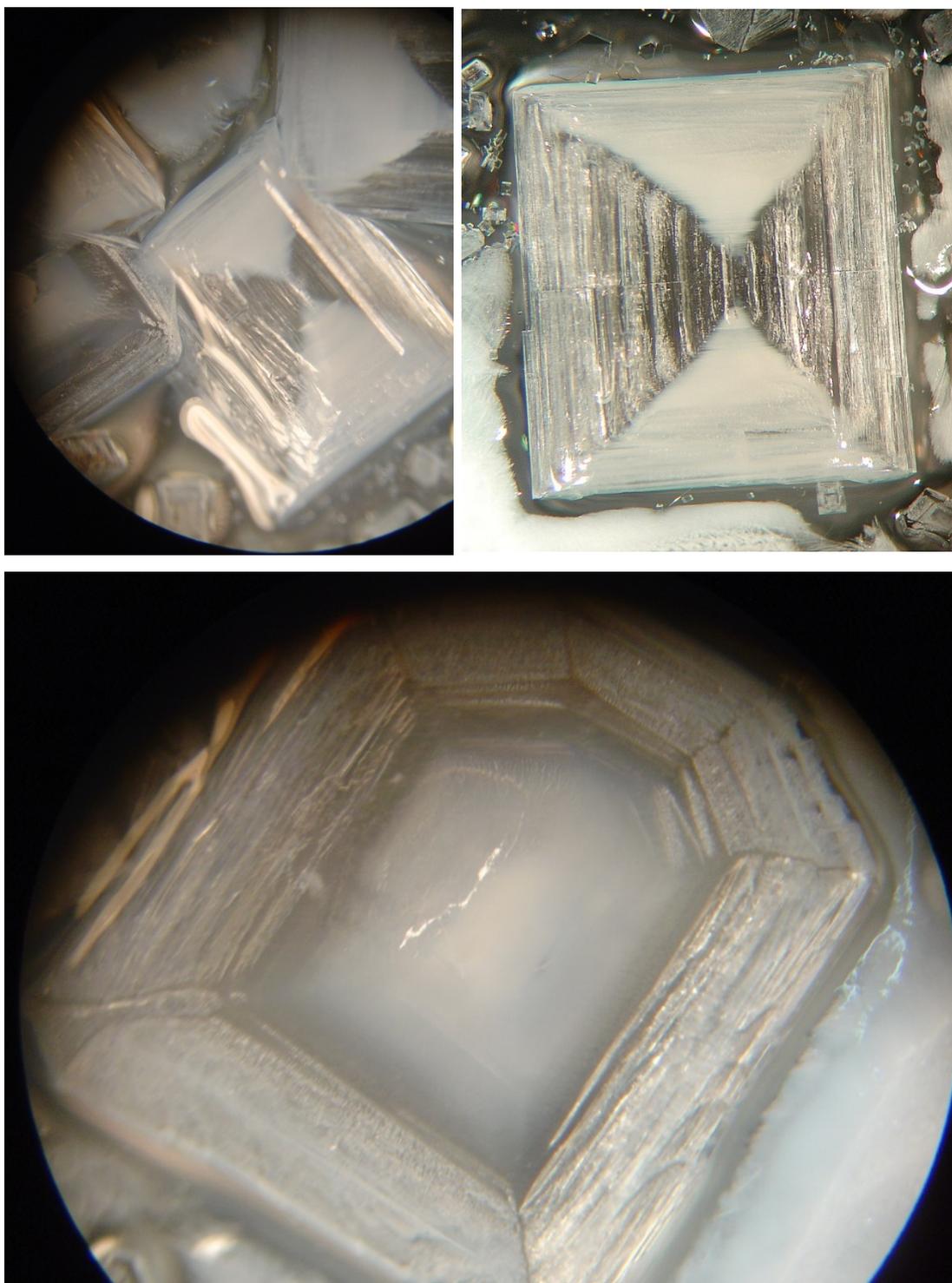


Figura 9 – Cristais *hourglass* e outros, formados a partir de uma solução de limpa-pratas sem contacto com a prata enegrecida. Ampliação de 30x.

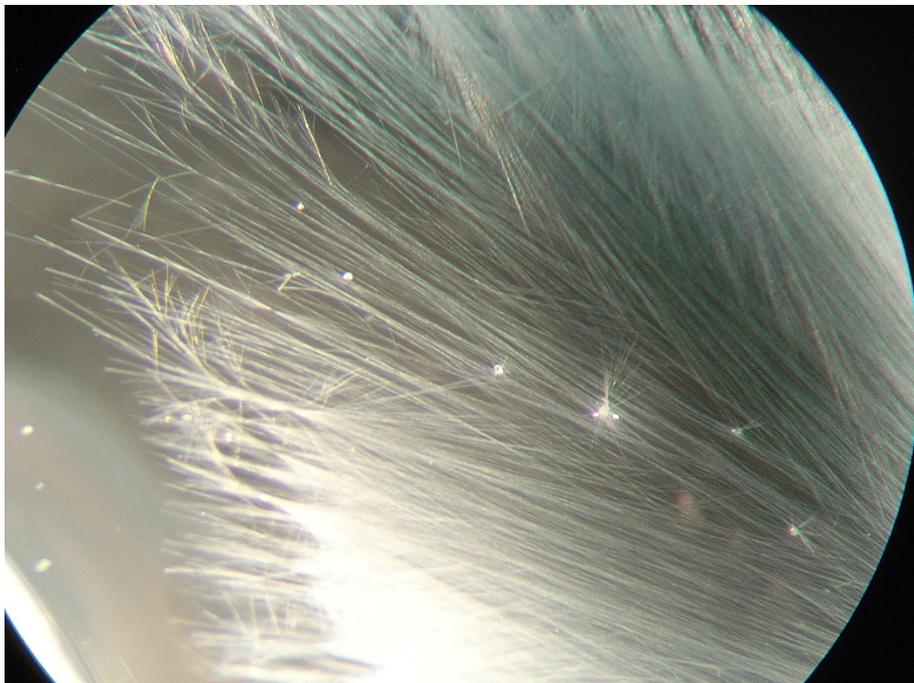
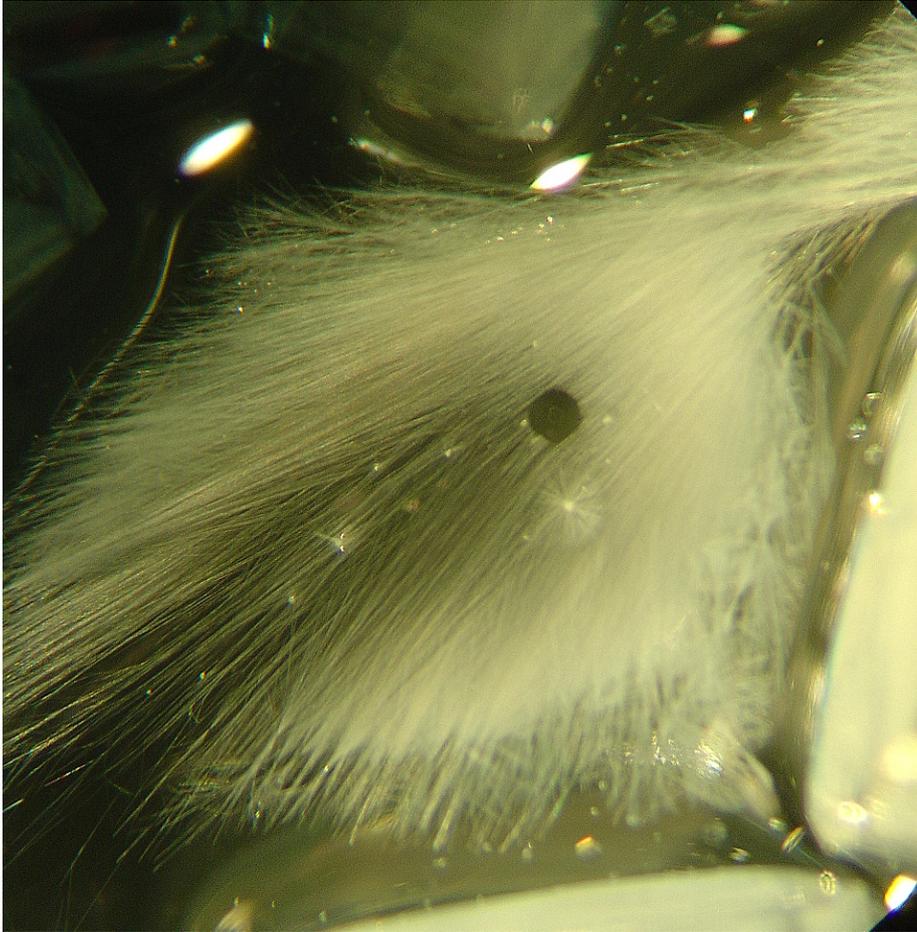


Figura 10 – Cristais formados a partir de uma solução de limpa-pratas sem contacto com a prata enegrecida. Ampliação de 30x, em cima, em baixo, 63x. O aparecimento de cristais aciculares pode estar relacionado com a agitação (involuntária) dos recipientes de cristalização.

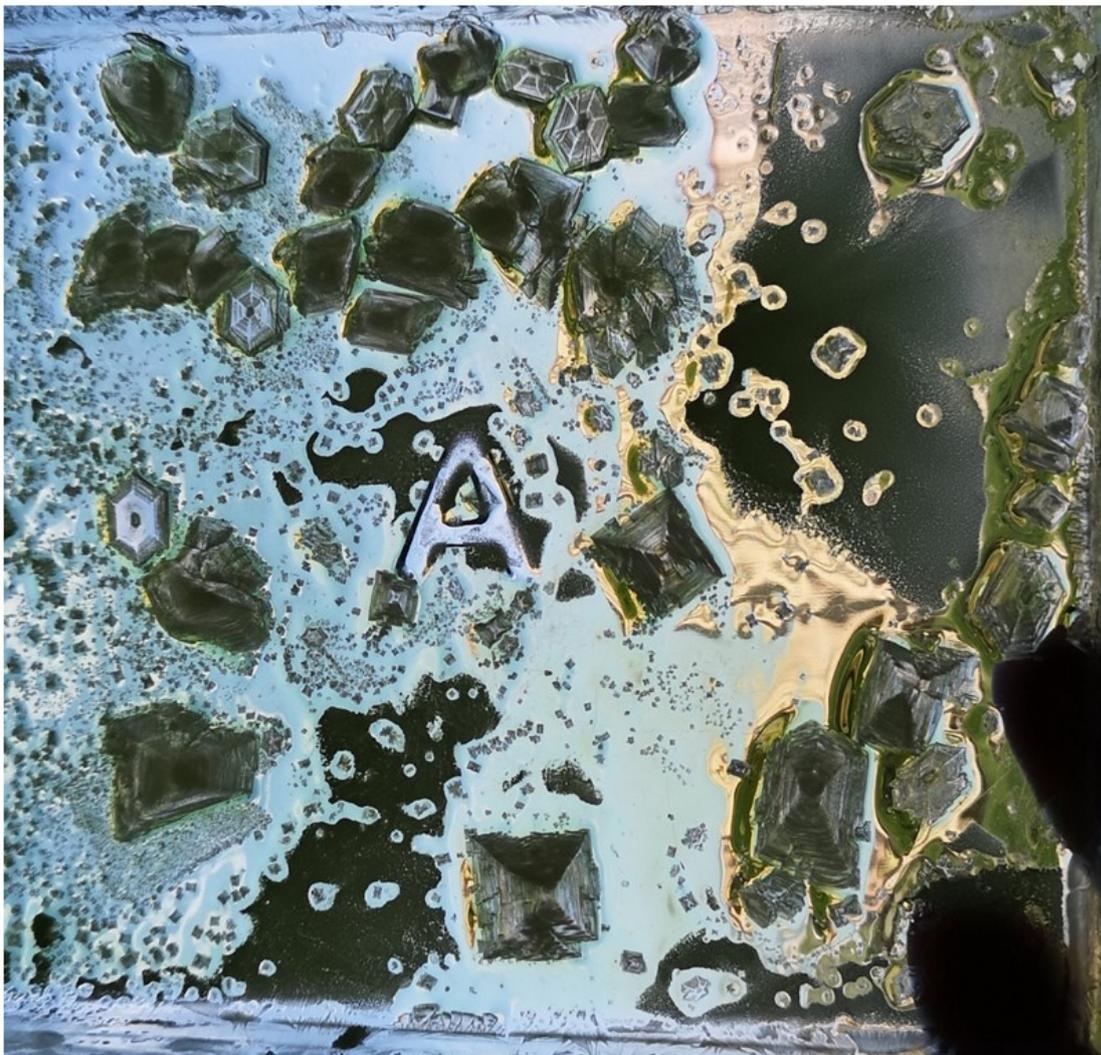
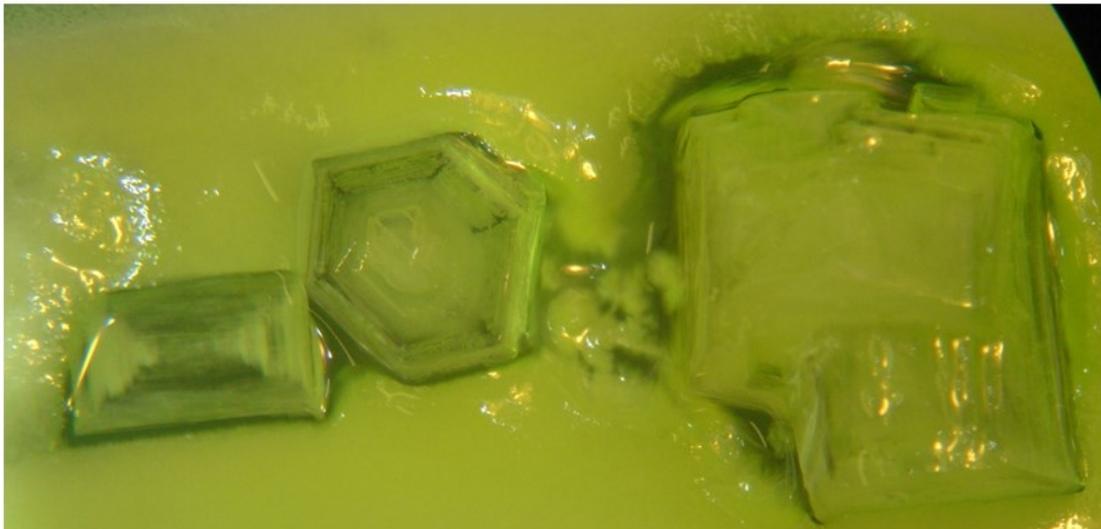


Figura 11 – Cristais formados a partir de soluções de limpa-pratas que foram usadas na limpeza de objetos de prata e de casquinha. Ampliação de 10x, em cima; em baixo, foto macro. O resíduo é gelatinoso e a coloração é esverdeada. Poderão estar presentes outros metais além da prata, por exemplo, o cobre, que

faz parte das ligas de prata de lei. Alguns dos cristais hexagonais, na imagem de baixo, podem ser de tioureia, vide Figs.2,3.

5.2. Cristais químicos de prata

A parte mais interessante do estudo da prata no presente contexto de observação à lupa estereoscópica é a sua formação em cristais dendríticos, fractais, as conhecidas “árvores” de prata, a partir de reações de oxidação-redução de deslocamento de metal, usando o sal nitrato em solução aquosa, como oxidante, em contacto com vários metais redutores da série electroquímica (para o cobre como redutor vide, os exemplos das Figs. 12,13). Estas experiências são clássicos da Química, Ciência dos Materiais e Geologia, as grandes árvores de prata que nas escolas são apresentadas em copos de precipitação ou Erlenmeyers onde arame de cobre, assumindo diversas formas, aparece coberto de lindos cristais prateados. Porém, feitas à lupa estereoscópica, estas experiências são de uma beleza ainda mais extraordinária e muito mais económicas e menos perigosas, atendendo ao preço e toxicidade do nitrato de prata. Até conseguir boas fotomicrografias o percurso foi muito longo [26], e ao olhar para trás, nem dá vontade de publicar aqui as suas várias etapas, que em 2008 foram integradas em páginas WEB do IST, dedicadas à microscopia química [27] e com algumas das fotomicrografias publicadas em artigos [12]. O estudo de reações à lupa, a microscopia química da prata [11] não foi porém incluído na parte experimental do evento ligado a esta publicação [1,2] para evitar a manipulação de reagentes perigosos em operações mais difíceis de controlar face ao número elevado de participantes, mais de 1500 [1] e também porque a oferta de amostras era muito grande. Mesmo assim, foram divulgadas algumas fotomicrografias/montagens que tinham sido produzidas no ano anterior (Ano Internacional da Tabela Periódica 2019) que serão aqui apresentadas. Na Fig.12 incluiu-se uma das primeiras fotomicrografias feitas com fractais de prata, e na Fig.13, a mesma reação foi feita com nitrato de prata num disco de cobre, obtendo-se uma série de fotomicrografias que permitiram fabricar diversos padrões decorativos obtidos por simetria de reflexão e rotação. Estes padrões foram integrados na Exposição Artesãos do Século XXI como proposta para imprimir em almofadas para rato, um exemplo que será tratado adiante. Ao prolongar o tempo de observação nestas reações, à medida que a água da solução de nitrato vai evaporando, vão ocorrendo reações de dismutação secundárias que dão origem à formação de dendrites de cobre e à precipitação de cristais de compostos de cobre azul-verdeados. O estudo da composição desses cristais ainda não foi feito, mas não é indiferente

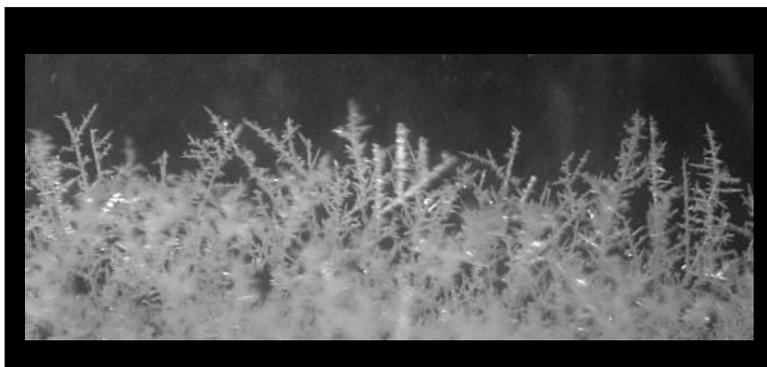
utilizar um disco de cobre ou uma moeda, pois a moeda contém outros metais em liga que vão interferir no processo, nomeadamente o níquel.

A MICROSCOPIA QUÍMICA ASSOCIADA AO ESTUDO DA SÉRIE ELECTROQUÍMICA DOS METAIS

Hermínio Diogo^{a*}, Manuel E. Minas da Piedade^b, Clementina Teixeira^{a*}

^a*Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, Portugal*

^b*Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal*



*hdiogo@ist.utl.pt (electroquímica); clementina@ist.utl.pt (microscopia química)

A Microscopia Química, explorada ao nível do ensino, permite uma abordagem muito apelativa das reacções de oxidação-redução, pelo menos do ponto de vista qualitativo. Com ampliações até $15\times$ é possível, para além disso, obter informação sobre reacções paralelas e, ao mesmo tempo, registar em forma de fotomicrografia e filme, padrões susceptíveis de serem utilizados para aplicações comerciais e industriais (indústria têxtil, papel, plásticos, artes gráficas, antiguidades, ourivesaria, etc). A série electroquímica dos metais foi estudada por este método, conjugando-a com a interpretação de diagramas de Latimer e de Frost, E -pH, e com a determinação experimental das forças electromotrizes padrão de redução pela equação de Nernst, constantes de equilíbrio termodinâmica e estequiométrica, tendo em conta os desvios à idealidade (determinação de coeficientes de actividade). Foram estudadas células galvânicas de concentração, composição e precipitação, para os metais Cu, Ag, Zn e Pb. Foram ainda discutidos conceitos de química descritiva envolvendo metais e ligas metálicas, electrólise, sobretensão, corrosão, ânodos sacrificiais de Mg, estanhagem e zincagem, etc. (programas de Química do ensino secundário).

Figura 1. Microscopia Química: sistema Cu/ AgNO_3 , “árvores metálicas” (cristais dendríticos de prata, disco de cobre em solução de nitrato de prata).

[1] C. Teixeira, V. André, N. Lourenço, M. J. Rodrigues, *Ciência e Tecnologia dos Materiais* 19, nº1-2 (2007) 66.

[2] H. Diogo, M.E. Minas da Piedade, *Estudo de Células Galvânicas*, IST (2004).

[3] Financiamento FCT e Projecto Ciência Viva, CV/VI/ID976.

Figura 12 – Resumo de uma antiga apresentação em conferência [28], centrada nas reacções de oxidação-redução de vários metais actuando como oxidantes, em contacto com soluções de sais muito solúveis de outros metais, no papel de redutores, formando pares redox, como é o caso do cobre metálico em

contacto com uma solução de nitrato de prata, jogando com os respectivos potenciais padrão de redução, $\text{Cu(c)}/\text{Ag}^+(\text{aq})$. A formação de fractais de prata é rápida, aqui vistos à lupa estereoscópica com ampliação de 10x.

Electric Dreams

Clementina Teixeira,¹ Maria da Conceição Oliveira, Erik C.P. Benedicto

¹Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química e Biológica do Instituto Superior Técnico
clementina@ist.utl.pt

Following the approach of chemical microscopy, a series of reduction-oxidation reactions were studied, using a Nikon™ optical stereomicroscope and a digital camera Sony™. The photomicrographs obtained with amplifications ranging from 10 up to 126x enabled a better understanding of these reactions and were used to create decorative patterns, named “Chemical patterns”. A nice collection of items was created the “IST Microfashion 2010”. Some examples are given below.

Figure 1. Growth of dendritic silver crystals from the reaction of copper with a silver nitrate 0.1 M solution.



Figure 2. Growth of dendritic lead crystals from the reaction of zinc with lead nitrate 0.1 M solution.



Acknowledgments: Ciência Viva projects and MCT funding programs.

References

[1] Teixeira, C. *Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 2007, 107, 18.

Figura 13 – Resumo de uma antiga apresentação em conferência, com reações de deslocamento da prata, sistema nitrato de prata em contacto com uma placa de cobre metálico, em cima. Padrões decorativos

construídos por simetria de reflexão e rotação. Em baixo, fractais de chumbo formando uma máscara de dragão, discutida no poster deste trabalho [13].



Figura 13 – “Árvore” de metal feita com criatividade com um fio de cobre enrolado para simular o tronco e ramos, cobertos por cristais dendríticos de prata, fractais, depois da reação com apenas algumas gotas de solução de nitrato de prata. Imagens ampliadas à lupa estereoscópica, 20x. A coloração diferente nas duas fotomicrografias resulta da iluminação utilizada. O cobre é o redutor, oxidando-se a Cu^+ e Cu^{2+} , e a prata Ag^+ é o oxidante, reduzindo-se a prata metálica. Esta reação não é simples, podendo ocorrer reações secundárias de dismutação de Cu^+ e foi discutida em vários trabalhos anteriores [5,15]. As fichas da Tabela Periódica de Keith Enevoldsen, com os dois elementos principais destas reações foram acrescentadas [6].

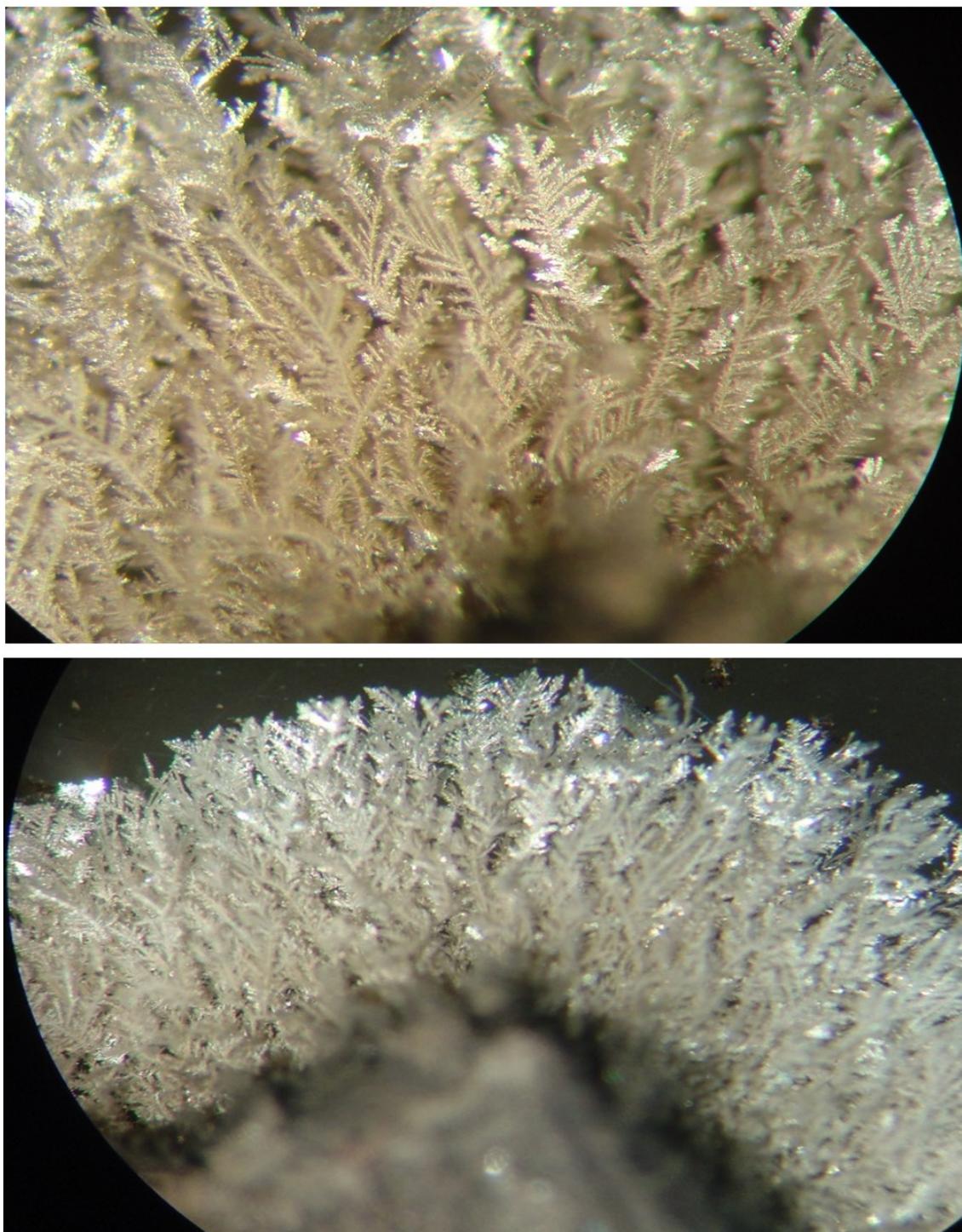


Figura 14 – “Árvores” de prata, reação de disco de cobre com nitrato de prata 0.1 M, lupa estereoscópica, 63x. Com o tempo, começam-se a dar reações secundárias, com formação de “verdete”, precipitação de compostos de Cu^{2+} e “árvores” de cobre metálico, vide o resultado final nas Figs.15,16.



Figura 15 – Ao fim de algum tempo (vide, Figs.16,17), começam a precipitar cristais de compostos de cobre (2+) de cor entre o azul e o esverdeado sobre os fractais de prata formados (em cima). Na fotomicrografia de baixo, nas mesmas reações, começam a formar-se fractais de cobre metálico, “árvores”, devidas à dismutação de Cu^+ em Cu^{2+} e Cu . Lupa estereoscópica, 126x [6,29].

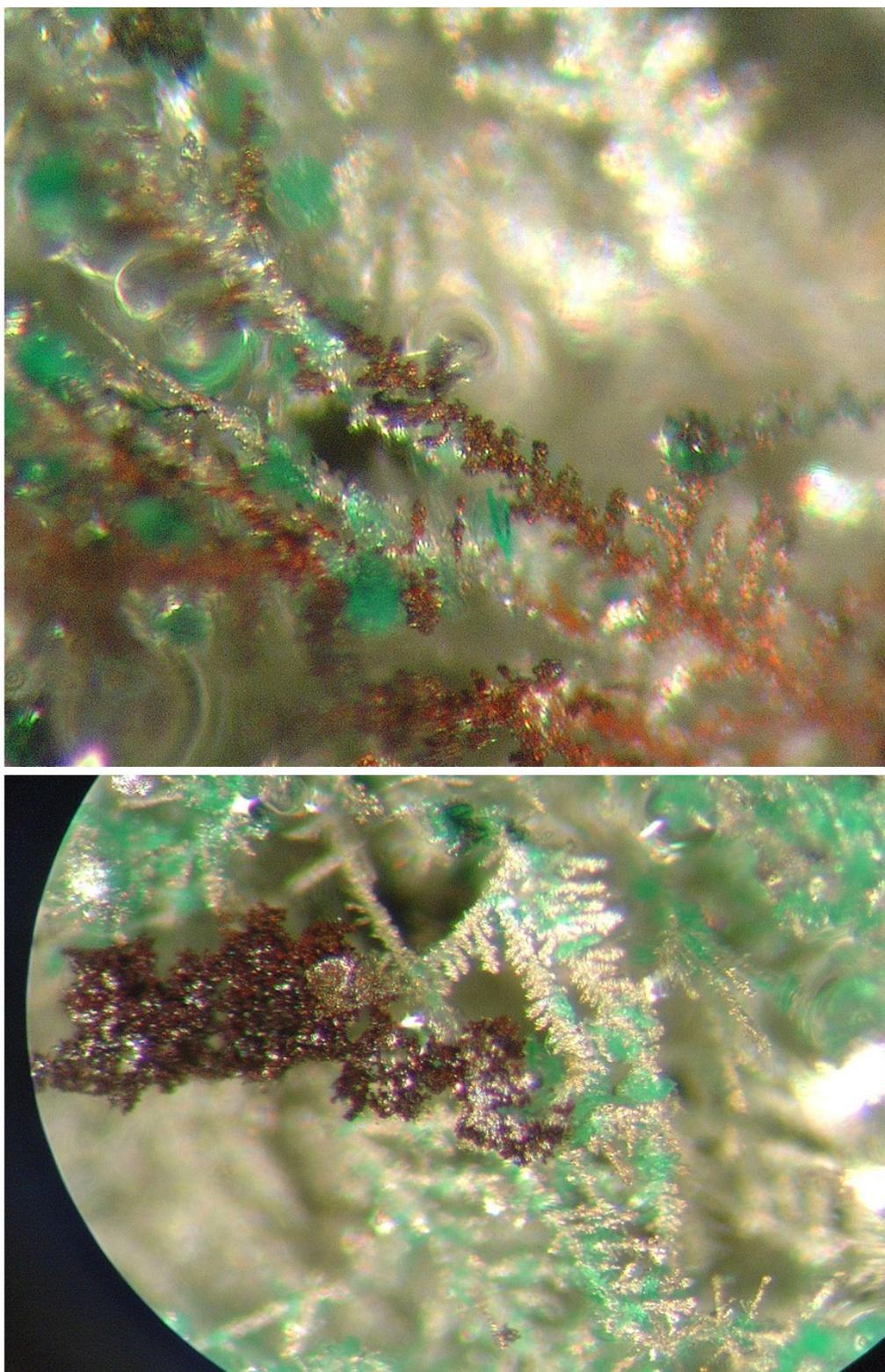


Figura 16 – Ao fim de algum tempo (vide, Figs.15, 17), começam a precipitar cristais de compostos de cobre (2+) de cor entre o azul e o esverdeado sobre os fractais de prata formados (em cima). Na fotomicrografia de baixo, nas mesmas reações, começam a formar-se fractais de cobre metálico, “árvores”, devidas à dismutação de Cu^+ em Cu^{2+} e Cu . Lupa estereoscópica, 126x [6,29].

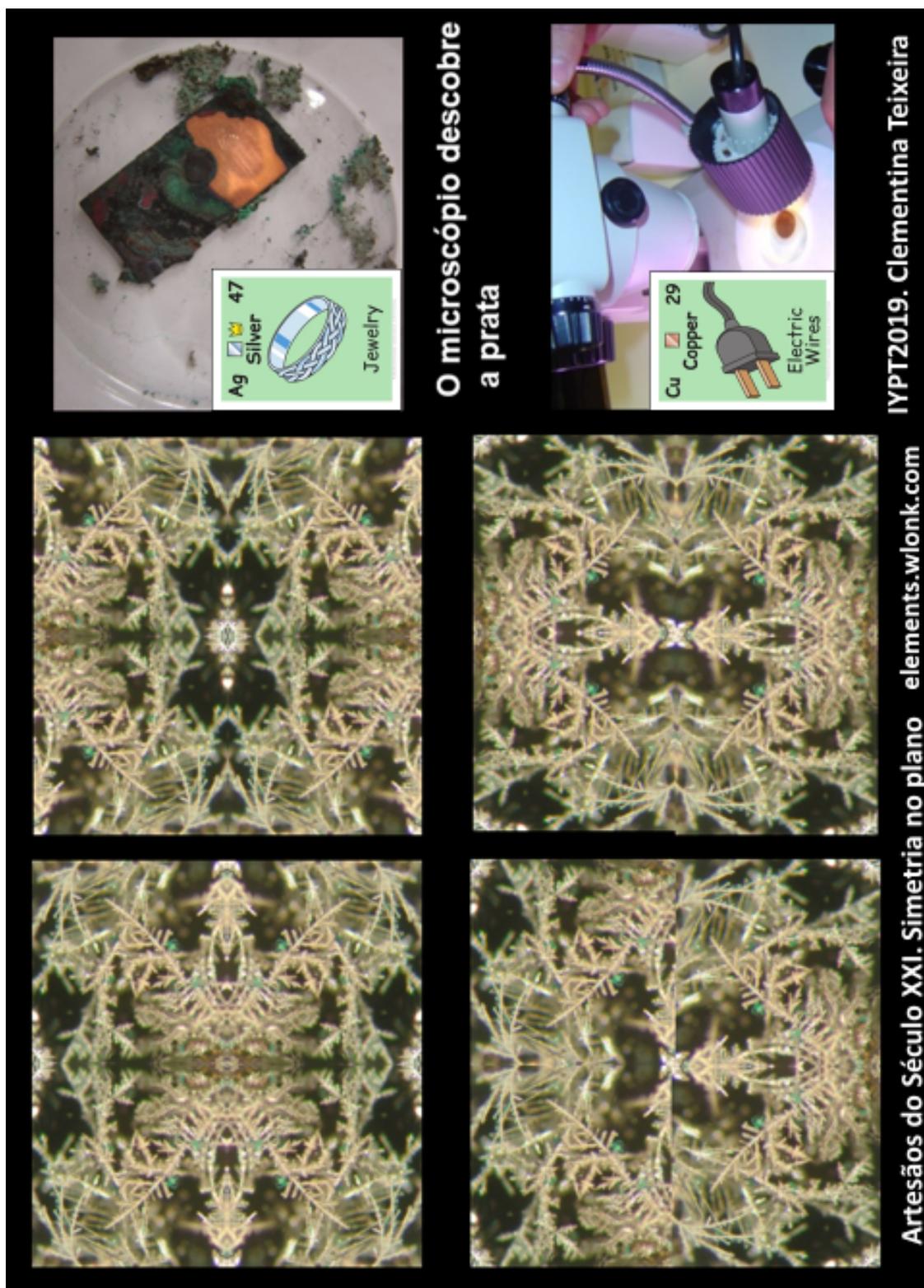


Figura 17 – Exemplo de uma ficha em exposição nos Laboratórios Abertos 2019 e 2020 do DEQ/IST, com as reações do nitrato de prata (algumas gotas) com placa de cobre, formando fractais de prata e depois verdete. Observação à lupa estereoscópica. Fichas dos dois elementos de Keith Enevoldsen, Ag e Cu que participam na reação redox. Trabalhos de simetria feitos a partir das fotomicrografias da reacção (Artesãos do Século XXI, 2009) [6,11,29].

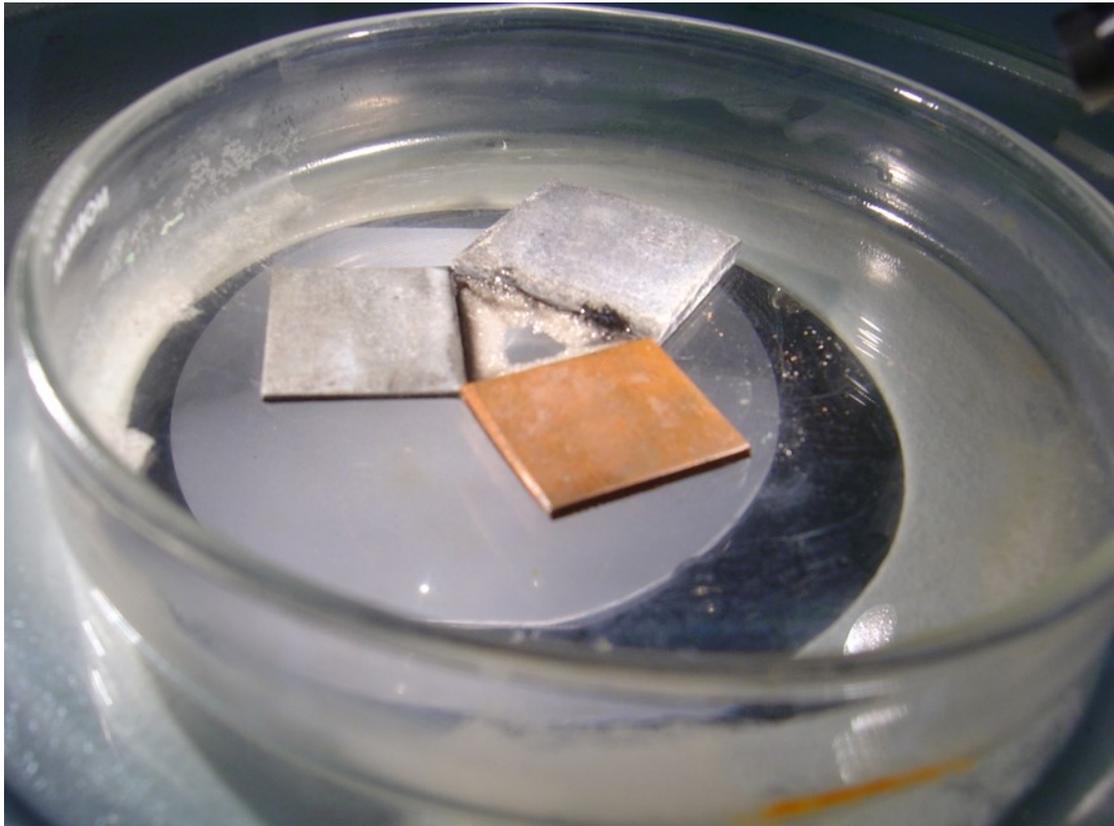


Figura 18 – Placas de cobre, chumbo e zinco, com algumas gotas de solução de nitrato de prata. Os três metais actuam como redutores, deslocando a prata que forma fractais, cristais dendríticos. Em baixo, fotomicrografia à lupa estereoscópica, 10x. Para outra ampliação, da mesma reacção ver a figura seguinte.

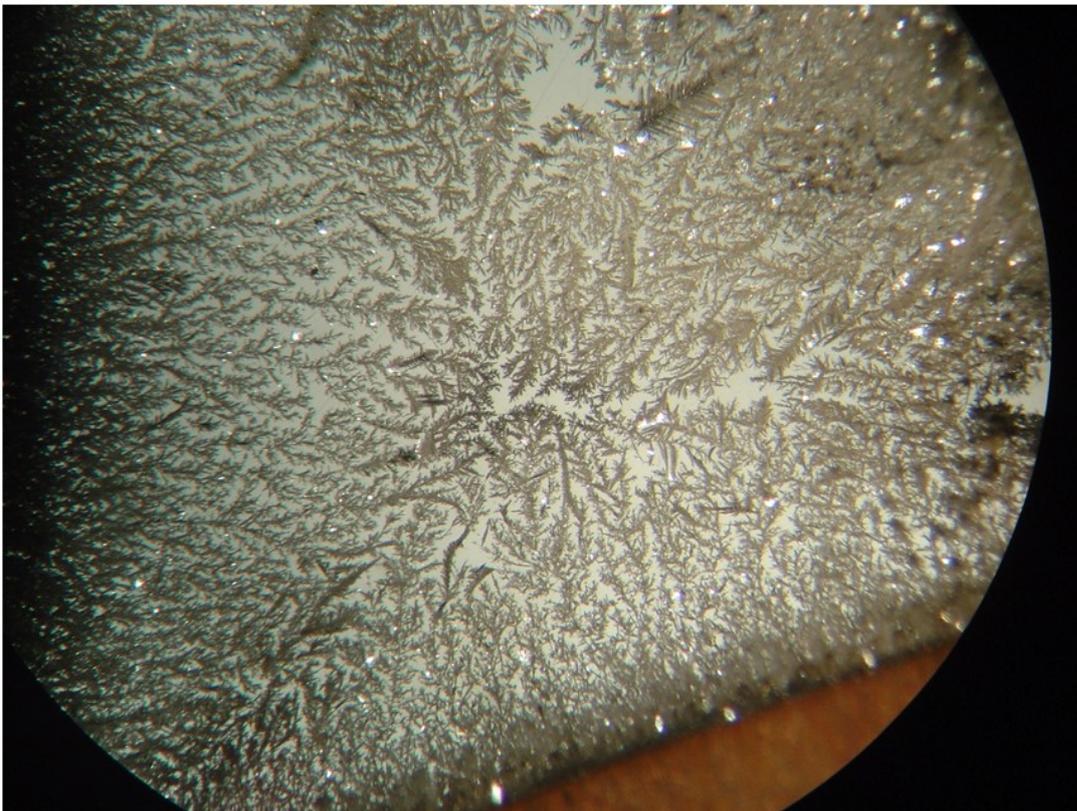
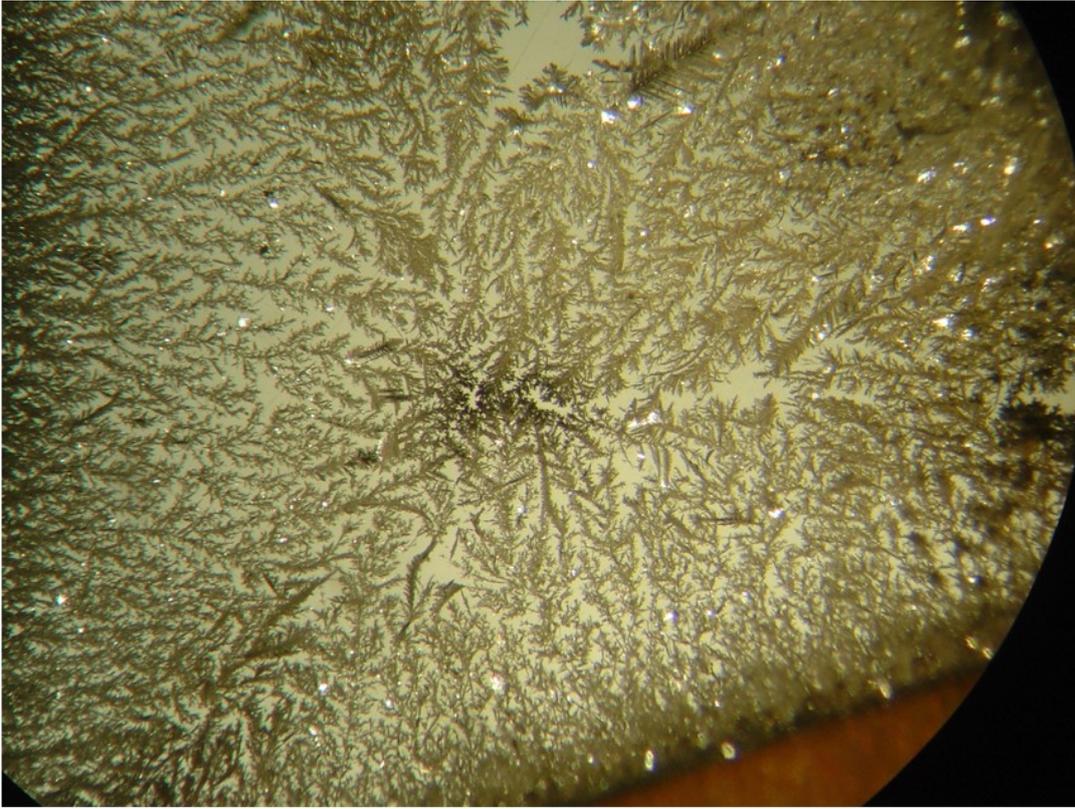


Figura 19 – Cristais dendríticos de prata à lupa estereoscópica, formados na experiência da Fig. 18. Com metais Cu, Pb e Zn. Tonalidades diferentes provocadas por variação da iluminação.

As reações redox da prata com outros metais, além do cobre podem conduzir a alguns resultados análogos, vide, Figs. 18, 19, mas serão discutidas noutros capítulos, envolvendo a aplicação de diagramas de Latimer e uma discussão mais aprofundada.

Outro grupo de reações que vale a pena estudar, são as reações de precipitação características deste metal, como é o caso da formação dos halogenetos. Resta salientar que uma das reações de precipitação mais famosas é a da precipitação de cromato de prata, por reação de cromato de potássio ou de amónio com nitrato de prata, com a sua cor castanha característica [30] que também não foi feita.

Agradecimentos

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal, Centro de Química Estrutural – Project UIOB/00100/2020 (financiamento parcial). Este trabalho foi em parte financiado pela autora principal.

Bibliografia e Notas

- [1] – Este é o quinto de vários Capítulos de uma publicação sobre cristais químicos e minerais ligada à temática apresentada nos Laboratórios Abertos 2020 do DEQ, num módulo experimental de observação à lupa estereoscópica, Cristais 3D e Exposição. O trabalho aqui descrito tem vindo a ser largamente divulgado noutras ações de outreach promovidas pelo Centro de Química Estrutural do IST-UL.
- [2] – 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, Março 2020, p.2-26. DOI: [10.13140/RG.2.2.24508.05769](https://doi.org/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
- [3] – Clementina Teixeira, “Observação de artefactos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Cristais metálicos: ouro, prata, cobre e ligas metálicas”, Cap.3, 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, Maio 2020, p1-15. DOI: [10.13140/RG.2.2.28717.92640](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28717.92640)
https://www.researchgate.net/publication/341942420_Observacao_de_artefactos_de_ourivesaria_a_lupa_estereoscopica_Cristais_metalicos_ouro_prata_cobre_e_ligas_metalicas_Capitulo_3_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Cleme
- [4] – Clementina Teixeira, “Observação de artefactos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Cristais metálicos: prata e ligas metálicas”, Capítulo 4, 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, Junho de 2020, p1-28.

- DOI: [10.13140/RG.2.2.31116.54401](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31116.54401)
https://www.researchgate.net/publication/342004685_Observacao_de_artefactos_de_ourivesaria_a_lupa_estereoscopica_Cristais_metalicos_prata_e_ligas_metalicas_Capitulo_4_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Clementina_Teixeira#fullTextFileContent
- [5] – 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, Fevereiro 2020, p127-180. DOI: [10.13140/RG.2.2.20543.05287](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20543.05287)
https://www.researchgate.net/publication/340606494_Cristais_em_3D_e_Exposicao/stats
- [6] – 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.
https://www.researchgate.net/publication/331233915_Clementina_Teixeira_Quimica_e_Arte_Sugestoes_para_o_Ano_Internacional_da_Tabela_Periodica_2019_Livro_dos_Laboratorios_Abertos_2019_ed_MALemos_C_Gomes_de_Azevedo_D_Simao_Departamento_de_Engenharia_Quimica
- [7] – 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.
https://www.researchgate.net/publication/266175081_Artesaos_do_Sculo_XXI_Artisanato_observado_ao_microscopio
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/970271946347018/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/970272316346981/?type=3&theater>
- [8] – Clementina Teixeira, “Ourives do Século XXI”, “Artesãos do Século XXI”,
https://www.researchgate.net/publication/275891399_ArtesaosOuro1
- [9] – Clementina Teixeira, “O Microscópio Descobre a Prata”, Artesãos do Século XXI”,
https://www.researchgate.net/publication/275892694_ArtesaosAg1
https://www.researchgate.net/publication/275951577_ArtesaosAg2
- [10] – Clementina Teixeira, “Microscopia Química da Prata”, Artesãos do Século XXI”,
https://www.researchgate.net/publication/276937089_ArtesaosAg3
- [11] – Clementina Teixeira, Erik Ceschini Panighel Benedicto, “Microscopia Química da Prata”, Artesãos do Século XXI”, https://www.researchgate.net/publication/276944721_ArtesaosAg4
- [12] – C. Teixeira, V. André, N. Lourenço, M. J. Rodrigues, “Crescimento de Cristais por Nucleação Heterogénea: On the Rocks Revisited”, Ciência e Tecnologia dos Materiais, 19, nº1-2 (2007) 66-77.
https://www.researchgate.net/publication/235638165_Crescimento_de_cristais_por_nucleao_heterognea_On_the_Rocks_revisited
- [13] – Clementina Teixeira, Maria da Conceição Oliveira, Erik Ceschini Panighel Benedicto, **Electric Dreams**, Poster PA10, XII Iberic Meeting of Electrochemistry & XVI Meeting of the Portuguese Electrochemical Society, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 8-11 de Setembro de 2010. DOI: 10.13140/RG.2.1.2363.5369

<https://www.researchgate.net/publication/276092177> Clementina Teixeira Maria da Conceicao Oliveira Erik CP Benedicto Electric Dreams Poster PA10 XII Iberic Meeting of Electrochemistry XVI Meeting of the Portuguese Electrochemical Society Instituto Sup
<https://www.researchgate.net/publication/279955707> Electric Dreams Chemical Microscopy#full TextFileContent

- [14] – Maria Conceição Oliveira, Hermínio Diogo, Clementina Teixeira, Manuel Francisco Costa Pereira, **Cristais “On The Rocks”, Microscopia Química: Fotografia Científica e Arte Digital**, Poster, V Encontro Internacional da Casa das Ciências, Centro Cultural Vila Flor, Guimarães, 9-11 de Julho de 2018. (Centro de Química Estrutural e Museu Alfredo Bensaúde, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa).
<https://www.researchgate.net/publication/326676156> Poster Cristais On the Rocks Digital Art Photomicrography
<https://www.researchgate.net/publication/326676133> Maria Conceicao Oliveira Herminio Diogo Clementina Teixeira Manuel Francisco Costa Pereira Cristais On The Rocks Microscopia Quimica Fotografia Cientifica e Arte Digital Poster V Encontro Internaciona
- [15] – Clementina Teixeira, Manuel Francisco Costa Pereira, Semana da Ciência e da Tecnologia 2018, Ciência Viva, Centro de Química Estrutural do Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 21-23 de Novembro 2018 (com a colaboração de Museu Alfredo Bensaúde, Museu Décio Thadeu e Departamento de Engenharia Química). DOI: 10.13140/RG.2.2.10410.88004.
<https://www.researchgate.net/publication/330202205> Semana da Ciencia e da Tecnologia 2018 Ciencia Viva no Centro de Quimica Estrutural do Instituto Superior Tecnico Universidade de Lisboa
- [16] – Clementina Teixeira, Gonçalo Santos, Erik C.P. Benedicto, “**Reações Químicas e Formação de Cristais à Lupa Estereoscópica no Ano Internacional da Tabela Periódica 2019**”, comunicação em Poster, VI Encontro Internacional da Casa das Ciências, FCUL, 10-12 de Julho 2019.
DOI: 10.13140/RG.2.2.20057.4720.
<https://www.researchgate.net/publication/335501960> REACOES QUIMICAS E FORMACAO DE CRISTAIS A LUPA ESTEREOSCOPICA NO ANO INTERNACIONAL DA TABELA PERIODICA 2019
- [17] – Clementina Teixeira, Brilho Metálico no Ano Internacional da Luz 2015,
https://www.facebook.com/pg/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=899751633399050
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.899751633399050/773725446001670/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.899751633399050/778715105502704/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.899751633399050/729752070399008/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.899751633399050/729908080383407/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.899751633399050/728887993818749/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.899751633399050/933121020062111/?type=3&theater>
- [18] – Clementina Teixeira, Artesãos do Século XXI”,
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/967284593312420/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/967284596645753/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.576179665756250/3755033544537497/?type=3&theater>

- [19] – Duma Arantes, pinturas com aplicação de folha de ouro,
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/2262143480493185/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/2172174149490119/?type=3&theater>
- [20] – Jacqueline De Montaigne, Pinturas com pássaros, galeria Espaço Exibicionista.
<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=3366976376663823&set=a.933745613320257&type=3&theater>, acessado 11/6/2020
- [21] – <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ureia>, acessado 11/6/2020
- [22] – <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tiourea>, acessado 11/6/2020
- [23] – Clementina Teixeira, "Microscopia Química e Cristais: Uma revolução Cultural Em Curso", Poster CP 224, XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 11-13 de Junho de 2008. DOI: 10.13140/RG.2.1.4195.2808
https://www.researchgate.net/publication/274736601_Microscopia_Quimica_e_Cristais_Uma_revolu%C3%A7%C3%A3o_Cultural_Em_Curso_Poster_CP_224_11-13_de_Junho_de_2008
- [24] – Clementina Teixeira, **Crystal Growth and Chemical Microscopy-Perspectives on the development of new didactical materials**, "Innovation days", 4^{as} Jornadas de Inovação 2009, Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, Feira Internacional de Lisboa, 20 de Junho 2009. DOI:10.13140/RG.2.1.4636.8802
<http://www.yumpu.com/pt/document/view/9685971/microscopia-quimica-e-crescimento-de-cristais-innovation-days>
https://www.researchgate.net/publication/274718482_Clementina_Teixeira_Crystal_Growth_and_Chemical_Microscopy-Perspectives_on_the_development_of_new_didactical_materials_Innovation_days_4as_Jornadas_de_Inovao_2009_Agncia_Nacional_para_a_Cultura_Cientfica_e_Tecnolgica_20_de_Junho_2009
- [25] – Clementina Teixeira, rede social Facebook, inclui projetos de ligação Ciência e Arte com Poen de Wijs.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.618412964866253/791514534222761/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.618412964866253/780296035344611/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.618412964866253/782583738449174/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/586774604696756/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/1717856908255181/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/1717856914921847/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/1717856938255178/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3630189427021910/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3630189530355233/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3630189630355223/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/397163882621000/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3630189737021879/?type=3&theater>

[26] – Clementina Teixeira, Maria José Rodrigues, Nuno Lourenço, 4º Fórum Ciência Viva, 5 e 6 de Maio de 2000, Palco 3, “*Estudo da Rede Cristalina do Alúmen de Potássio*”. A apresentação incluiu também experiências em microescala realizadas em retroprojector e à lupa estereoscópica, nomeadamente a formação de fractais de prata.

[27] – Clementina Teixeira, “As minhas páginas web.ist.utl.pt/clementina” conjunto de páginas WEB sobre crescimento de cristais, microscopia e microscopia química que estiveram on line no IST de 2008 a 2015 e que estão a ser publicadas na forma de acervo pessoal na plataforma Researchgate, seguindo o exemplo abaixo indicado:

<https://www.researchgate.net/publication/327477114> Clementina Teixeira As minhas paginas w ebistutlptclementina Cristais1 e Cristais2 Centro de Química Estrutural Instituto Superior Tecnico Universidade de Lisboa 6 de Setembro de 2018#fullTextFileContent

[28] – Hermínio Diogo, Manuel E. Minas da Piedade, Clementina Teixeira, “**A Microscopia Química Associada ao Estudo da Série Electroquímica dos Metais**”, Comunicação oral CO19, XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 11-13 de Junho de 2008. DOI: 10.13140/RG.2.1.3182.7367

<https://www.researchgate.net/publication/276078993> Hermnio Diogo Manuel E. Minas da Piedade Clementina Teixeira A Microscopia Qumica Associada ao Estudo da Srie Electroquimica d os Metais Comunicao oral CO19 XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Qumica Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto 11-13 de Junho de 2008

<https://www.researchgate.net/publication/276078601> A MICROSCOPIA QUIMICA ASSOCIADA AO ESTUDO DA SERIE ELECTROQUIMICA DOS METAIS

[29] – Clementina Teixeira, Erik C.P. Benedicto, Microscopia Química 2010, coleção de slides de microscopia química.

<https://www.researchgate.net/publication/279198053> MicroscopiaQuimica2010

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/998733620167517/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/998733656834180/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/998733670167512/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/998733706834175/?type=3&theater>

[30] – Acessado, 14/6/2020.

<https://www.facebook.com/QualitativaInorgUfrj/photos/a.901347819894291/2039682919394103/?type=3&theater>

Capítulo 6. Exposições para escolas. Padrões decorativos. Reações ácido-base, observação à lupa estereoscópica, HCl+NaOH.

Clementina Teixeira

Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Este é o sexto de vários Capítulos de uma publicação sobre cristais químicos e outros materiais/reações ligados à temática apresentada nos Laboratórios Abertos 2020 do DEQ, num módulo experimental de observação à lupa estereoscópica, Cristais 3D e Exposição [1,2], Figs.1,2. Excepcionalmente apresentam-se alguns resultados da observação das reações de ácido-base, HCl (aq) + NaOH (c) em presença de indicador universal de pH, que representam “o nascimento do cloreto de sódio”, substância que integra a lista de cristais para observação. Inclui-se também informação recente relativa a ações de divulgação da Ciência, para além das ofertas expositivas para as escolas e outras Instituições que continuam a estar disponíveis e que foram anteriormente descritas [3,4].



Figura 1 – A Ciência e o Design: pequenas molduras em acrílico com padrões decorativos feitos por fotomanipulação e regras de simetria simples a partir de fotomicrografias de cristais à lupa estereoscópica. Mais exemplos nas figuras que se seguem. Este é um projeto pessoal iniciado no final 2019 [5], que também será disponibilizado e integrado nas exposições já existentes [3,4]. Compostos das molduras: sulfato de cobre pentahidratado [1,5], acetato de cobre hidratado [6] e cloreto de cobalto hexahidratado [7]. Esta exploração de Ciência e Design ainda não foi incluída nas ações de Outreach do IST. As fotos são um registo informal feito no último dia dos Laboratórios Abertos 2020. A figura mostra também a pequena exposição de cristais inorgânicos

e redes cristalinas rigorosas Miramodus Molecular Models[®] já referida na primeira publicação desta série [1]. Nas refs. de 5 a 7 são dados vários exemplos destes padrões decorativos criados em finais de 2019.



Figura 2 – Projeto de Ciência e Design vide, Fig.1. Compostos cujas fotomicrografias foram usadas para criar os padrões das pequenas molduras: ferricianeto de potássio/ácido tartárico [8], permanganato de potássio [9], cristais incolores de sulfato de amónio com corante amarelo-sol [5], indicador universal de pH em reações de

ácido-base HCl+NaOH [10], cromato de potássio [11], solução sólida de alumínio de potássio e de alumínio de cromo [12,13], etc. Sobre a restante exposição, consultar a ref.1.

6.1. Exposições para escolas

Neste projeto a divulgação da Química é encarada numa perspectiva interdisciplinar, incluindo o crescimento de cristais em suportes rugosos (método “On the Rocks”) [1-3,14], a cristalização e reações com fotografia/filmagem à lupa estereoscópica e quase sempre uma componente estética ligada à Arte e ao Design, seguindo as novas tendências de **STEAMD (Science, Technology, Engineering, Art, Math, Design)**, que veio a suceder ao **STEM (Science, Technology, Engineering, Math)** [15]. As pequenas gravuras exibidas nas Figuras 1,2 fazem parte de um projecto pessoal de construção de padrões decorativos a partir dos resultados da observação à lupa estereoscópica que se materializaram em objectos diversos, podendo tornar-se úteis como material didático e de *merchandising*, estratégia que tem vindo a desenvolver-se há muitos anos, na exposição de microscopia aplicada “Artesãos do Século XXI” [16]. A oferta expositiva é gratuita, foi anteriormente descrita [3] e compreende, além das exposições, Fig.3, palestras, actividades de laboratório, atendimento ao público em geral, a orientação de projectos escolares como é o caso dos Clubes Ciência Viva na Escola [18], Figs. 4,5, participação nas Semanas da Ciência e da Tecnologia promovidas pela Ciência Viva [4,19,20], Fig.6, divulgação nas redes sociais e outras plataformas da WEB (Researchgate), bem como a participação em congressos, principalmente os que têm sido organizados pela Casa das Ciências [21]. Algumas das actividades passaram recentemente a ser articuladas com o Serviço Educativo dos Museus do Técnico [20, 22], Fig. 7, e as ações de divulgação da Ciência do CQE e do DEQ.



Figura 3 – Exposição de Ciência e Arte requisitada em 2018 pela Associação de Estudantes do Instituto Superior Técnico [17]. Cristais “On the Rocks”, Microscopia Química, Ciência e Arte com os pintores holandeses Poen de Wijs e Jantina Peperkamp.



Clubes Ciência Viva na Escola.
Colégio Sagrado Coração de Maria

Figura 4 – Exposição sobre a Tabela Periódica realizada em Abril de 2019 numa escola pertencente à Rede de Clubes Ciência Viva na Escola, incorporando imagens retiradas deste projecto disponibilizadas no Facebook, após várias consultas para orientação [18].



Clubes Ciência Viva na Escola,
Colégio Sagrado Coração de Maria

Figura 5 – Exposição sobre a Tabela Periódica realizada em Abril de 2019 numa escola pertencente à Rede de Clubes Ciência Viva na Escola, incorporando imagens retiradas deste projecto disponibilizadas no Facebook, após várias consultas para orientação [18].

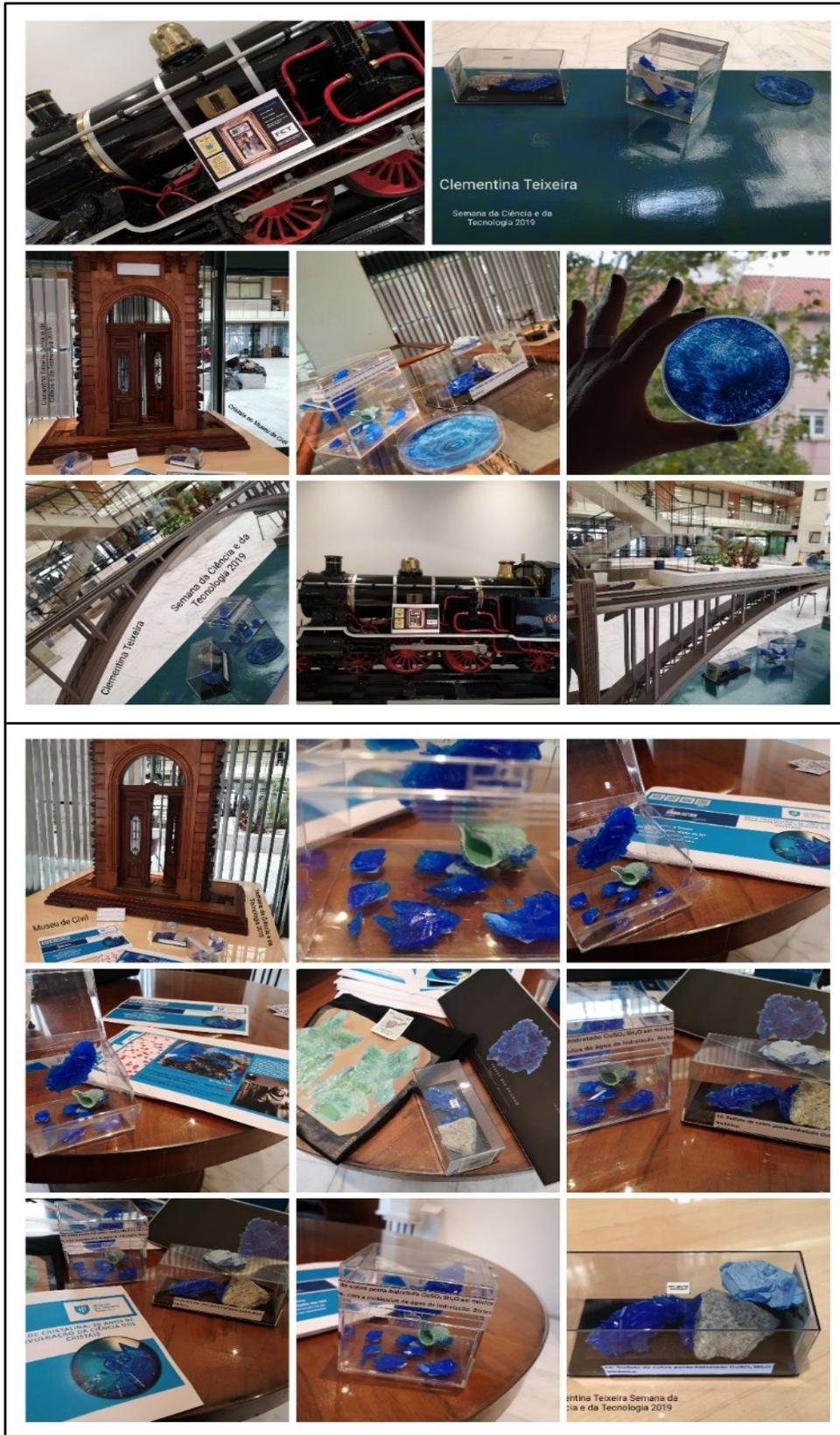


Figura 7 – Exposição sobre a Tabela Periódica realizada durante a Semanada da Ciência e da Tecnologia 2019. Cristais “On the Rocks”, redes cristalinas, padrões decorativos, Ciência e Arte, Tabela Periódica de Keith Enevoldsen [20]. Realizada no Museu de Civil do IST, curadoria de Natália Rocha, Serviços Educativos dos Museus

do Técnico. Nesta Figura, cristais de sulfato de cobre pentahidratado “On the Rocks” foram expostos nas peças de mobiliário antigo e maquetes do Museu. A exposição incluiu uma componente de ligação da Ciência à Arte dos pintores holandeses do realismo contemporâneo Poen de Wijs e Jantina Peperkamp, que tem vindo a ser apresentada desde 2013, na rede social Facebook e em Congressos.

Durante o Ano Internacional da Tabela Periódica 2019, as solicitações foram imensas, Figs.4-6, porém, há que regular este tipo de transferência de conhecimentos/tecnologias. Vejamos: uma minoria de professores, uma vez feitas as exposições/consulta(s) para a organização das mesmas, não deram informações acerca dos resultados obtidos, nem sequer o nome da actividade, data em que foi feita, receptividade dos alunos, etc. A situação por vezes foi ainda mais absurda, pois os convites incluíram deslocações e permanência na escola com orientação dos eventos e actividades experimentais diretamente com os alunos, em períodos que até excederam mais do que uma semana. E o que resultou daí? A omissão propositada do nome do IST e dos investigadores que participaram direta ou indiretamente nos trabalhos. Infelizmente esta atitude tem-se repetido ocasionalmente, inclui mesmo a participação em concursos sem conhecimento da outra parte envolvida e tudo aponta, portanto, para a urgência de regular estas colaborações na forma de protocolos oficiais, evitando que as actividades, que são completamente gratuitas para as escolas, acabem num beco sem saída para o IST, sem que os Centros de investigação as possam registrar nos seus relatórios de actividades, nem tão pouco tirar conclusões sobre a receptividade dos alunos e professores que delas usufruíram. Há casos ainda mais graves em que as escolas têm projectos que contemplam o pagamento dos trabalhos dos Centros de investigação o que nunca aconteceu, em parte também porque nunca tal foi pedido. De futuro há que evitar estas faltas de ética que são péssimos exemplos para os alunos e a bem da criação de um ambiente saudável de trabalho.



Ciência e Arte com a AEIST, 2018

Figura 8 – Exposição de Ciência e Arte requisitada pela AEIST em 2018, vide, Fig. 3. Os pósteres de Congressos, quase na totalidade apresentados na Casa das Ciências, são muitas vezes integrados nestas exposições. Os trabalhos de pintura incluídos nos cartazes são dos pintores holandeses Poen de Wijs (a título póstumo) e Jantina Peperkamp. Da mesma exposição fazem parte T-shirts, individuais de servir à mesa, álbuns e outros artigos dos Artesãos do Século XXI [16]. Na brochura aparecem padrões da reação $\text{HCl (aq)} + \text{NaOH (c)}$ em presença de indicador universal de pH, com mais exemplos que serão dados adiante, noutra secção deste capítulo [17].



Clementina Teixeira

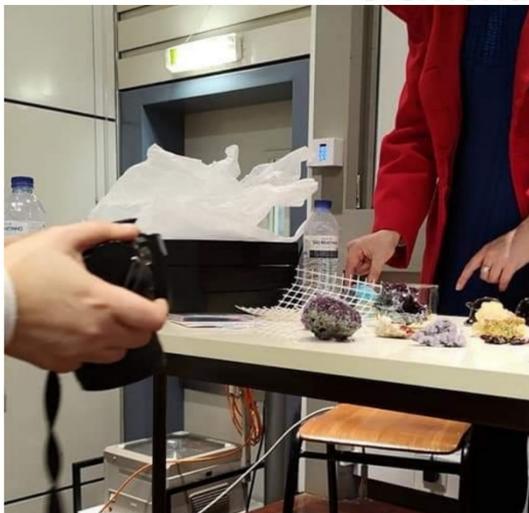


Figura 9 – Atendimento ao público visitante durante os Laboratórios Abertos 2019 do DEQ, projeto de Ciência e Arte com Jantina Peperkamp e Poen de Wijs, a título póstumo. Os cartazes das conferências e materiais reunidos ao longo dos 26 anos de duração do projecto são suficientes para montar várias exposições. As escolas requisitam depois os que acham mais pertinentes para inserir nas suas actividades, de acordo com a área científica ou artística que querem abordar. A colaboração inclui em geral uma palestra/workshop. Muitos dos visitantes

tornam-se mais tarde colaboradores do projecto. Nesta sessão de atendimento fizeram-se várias fotos dos cristais “On the Rocks” [14].



Figura 10 – Atendimento ao público visitante durante os Laboratórios Abertos 2019 do DEQ, projeto de Ciência e Arte com os pintores holandeses Jantina Peperkamp e Poen de Wijs, a título póstumo. Nestas fotos os visitantes iam aos Museus de Geociências do IST, e à passagem, na entrada da Torre Sul do IST aproveitaram para visitar a exposição de Ciência e Arte, Somos Elementos da Tabela Periódica [3,16]. As T-shirts e outros materiais expostos foram etiquetados com as fichas dos elementos de Keith Enevoldsen vide, exemplos na Fig.4. Outros exemplos serão dados na secção seguinte deste capítulo. Em baixo, o cartaz de Ciência e Arte da Fig.11.



PADRÕES DECORATIVOS: DIVULGAÇÃO COLABORATIVA DE CIÊNCIA E ARTE



Clementina Teixeira^a, Jacob Christian Poen de Wijs (a título póstumo)^b, Jantina Peperkamp^c, Christa Zaat^d

Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, clementina@tecnico.ulisboa.pt



^bc/ Lucas van Hasselt, De Twee Pauwen, Haia; ^c <http://www.jantina-peperkamp.nl/>; Wamel; ^d <https://www.facebook.com/PoendeWijs.painter/>, Apeldoorn, Holanda

V Encontro Internacional da Casa das Ciências, 9-11 de Julho de 2018, Centro Cultural Vila Flor, Guimarães



- 1- Estudo do Meio em "zoom in", com lupas estereoscópicas e microscópios: objetos comuns, artesanato, plantas e seres vivos. Recuperação de equipamentos das Escolas/ Instituições/Museus e dinamização no campo da microscopia. Desenvolvimento de material didático, kits de experiências e *merchandising*/ ligação à indústria (artes gráfica, têxtil, etc.)
- 2- Microscopia Química, observação de reações, cristalizações/crescimento de cristais à lupa estereoscópica (3x-126x).
- 3- Crescimento de cristais "On the Rocks", encarados como *esculturas* cultivadas em laboratório para exposição em ambiente escolar controlado.
- 4- Atlas de imagens (fotomicrografias, fotos, vídeos, gifs/ módulos de experiências. Gerar padrões decorativos (regras de simetria, etc.) a partir das imagens e vídeos. Fomentar a aplicação dos padrões.
- 5- Ligação à Arte: arte digital; ilustração científica; cristais "On the Rocks"/esculturas; colaboração com artistas.
- 6- Divulgação na WEB, Researchgate, Redes sociais, escolas e Rede de Bibliotecas Escolares (exposições e repositório de conteúdos e imagens).

Reações de ácido-base à lupa estereoscópica Objetivos da Exposição Itinerante Artesãos do Século XXI (Exposição sem fins lucrativos)

As máscaras do mocho
 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, 10x com indicador universal de pH

10x
 Science and Art – The Vulture Mask
 © The Vulture Mask, HCl + NaOH, 10x
 Bearded Vulture, 2006

Circle of Life-8, Wisdom

Obras de Poen de Wijs com máscaras a condizer feitas a partir das fotomicrografias. Simetrias de reflexão, em cima. Em baixo, padrões gerados pelo GeClA- Atractor

Science and Art – The Birth of NaCl
 HCl+NaOH 10x
 Science and Art – The Birth of NaCl
 Sarpantinas (Streamers)
 A pintura sugere, para um químico, as fitas de PAPEL de pH!!!! Fazer fitas, frisões, por simetrias do GeClA Mini

1-Padrões com Sais de Fe (III) 2-Padrões com Meandros, símbolo de mudança, o microscópio descobre a prata; padrões do GeClA a partir das fotomicrografias de um colar de prata.

$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
 Cristalização, Lupa Estereoscópica, 20x
 1-Padrões com Sais de Fe (III)

Science and Art
 Jantina Peperkamp
 Science and Art
 Poen de Wijs, Massai
 Ciência e Arte-Simetrias
 Sais de Ferro (III)

2-Padrões com Meandros, GeClA. Colar de Ag, 10x

Science and Art
 Poen de Wijs, Meandros - Poetin Speelbaar, 1984
 Poen de Wijs, Meandros - Poetin Speelbaar, 1984
 Meander, Symmetry GeClA

Look!!!!!! Dandelion!

Jantina Peperkamp, Luna
 Dandelion, 40x, School Stereomicroscope
 Poen de Wijs, Dandelion
 Symmetry, GeClA

Carmenta, Jantina Peperkamp. Um convite à observação. Artesãos do Século XXI. Ciência Viva. País com Ciência

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

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/>
https://www.researchgate.net/profile/Clementina_Teixeira/publications

https://www.researchgate.net/publication/279198053_MicroscopiaQuimica2010
https://www.researchgate.net/publication/279911141_MicroscopiaQuimica_2011
https://www.researchgate.net/publication/269214168_The_Hidden_Beauty_of_Chemical_Reactions_Beautiful_Chemical_Reactions_under_The_Stereomicroscope
 Clementina Teixeira, Artesãos do Século XXI
 Clementina Teixeira, Ciência e Arte, Laboratórios Abertos 2018
 Clementina Teixeira, Ciência e Arte com a AEIST

Figura 11 – Poster de Ciência e Arte apresentado num Congresso da Casa das Ciências, que também se vê na figura anterior, em baixo [23]. Neste trabalho exploram-se conceitos de simetria utilizando o programa GeClA da Associação Atractor, com fotomicrografias de reações químicas, cristais, plantas e objectos de prata vistos à lupa estereoscópica, estes últimos já apresentados [24]. Neste capítulo apenas iremos mostrar padrões relativos às reações de ácido-base (HCl+NaOH em presença de indicador universal de pH). Os outros assuntos, inclusive a ligação à Arte serão discutidos numa outra publicação. Vide, alguns exemplos de Ciência e Arte na Fig. 12.



Figura 12 – Representação do American Corner IST na Futurália em 2015. Ciência e Arte com Poen de Wijs e Jantina Peperkamp [25]. Cristais “On the Rocks” [12] e fotomicrografias com ligação à Arte.

Nas Figs.13,14,16 mostram-se exemplos de colaborações excelentes com escolas, que incluíram palestras e exposições, ao contrário das poucas exceções já referidas.



Figura 13 – Cristais, Arte e Tabela Periódica em Sobral de Monte Agraço, ensino secundário, a convite da professora Paula Maria, pequena exposição e palestra [26]. As fotomicrografias foram ligadas à Tabela Periódica de Keith Enevoldsen. Em baixo, pequenos quadros com gravuras de reações à lupa estereoscópica [3, 16, 27].

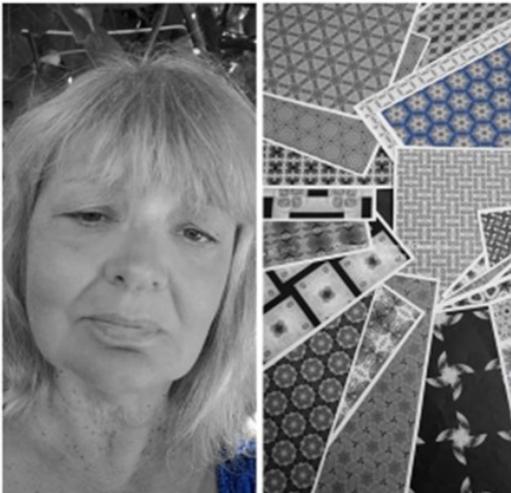







Portugal (Project UIDB/IUI/00100/2019)

REDE CRISTALINA: 26 ANOS DE DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA DOS CRISTAIS COM LIGAÇÃO À ARTE



AULA ABERTA

Prof. Clementina Teixeira

14/01/20 – 14h00 AUDITÓRIO 1

Organização: Departamento de Ciências Matemáticas e Naturais





Figura 14 – Exposição de Ciência, Arte e Design apresentada na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, a convite da Professora Paula Maria [28]. Em cima, slide de apresentação da palestra com padrões decorativos construídos com o programa de simetrias GeCl_a, Associação Atractor, Fig. 15 [29,30]. Em baixo, poster de Ciência e Arte apresentado na Casa das Ciências em 2019, com fotomicrografias dos compostos acetato de cobalto tetrahidratado e sulfato de magnésio heptahidratado com corantes, num projecto de Ciência e Arte com os pintores holandeses Poen de Wijs e Jantina Peperkamp [31].



Figura 15 – Padrões decorativos construídos com o programa GeCla, Simulador e Gerador de Simetrias da Associação Atractor [30] apresentados em vários Congressos da Casa das Ciências e no Centro Ciência Viva de Estremoz [29-31]. Exemplos gerados a partir de fotomicrografias de reações químicas com vários elementos: magnésio em reação com água com deslocamento de hidrogénio em presença de fenolfateína (1) [32], cristais de cloreto de cobalto hexahidratado (2) [33], vários padrões com fotomicrografias de cristais de acetato de cobalto tetrahidratado explorando os grupos de simetria no plano (3) [2,31,34], reação de HCl (aq) com NaOH

(c) em presença de indicador universal de pH (4) [23], assunto que será abordado na secção seguinte deste Capítulo. Ainda, vários padrões gerados a partir das fotomicrografias de flores e sementes à lupa estereoscópica: dente de leão (5) [23,30,35] papoilas (6) [36], capuchinhas [37] e outras flores silvestres. Alguns destes padrões foram ligados à obra de Poen de Wijs, Jantina Peperkamp e Duma Arantes em projetos de Ciência e Arte [3,17, 21,23, 25, 30,31,34, 38].

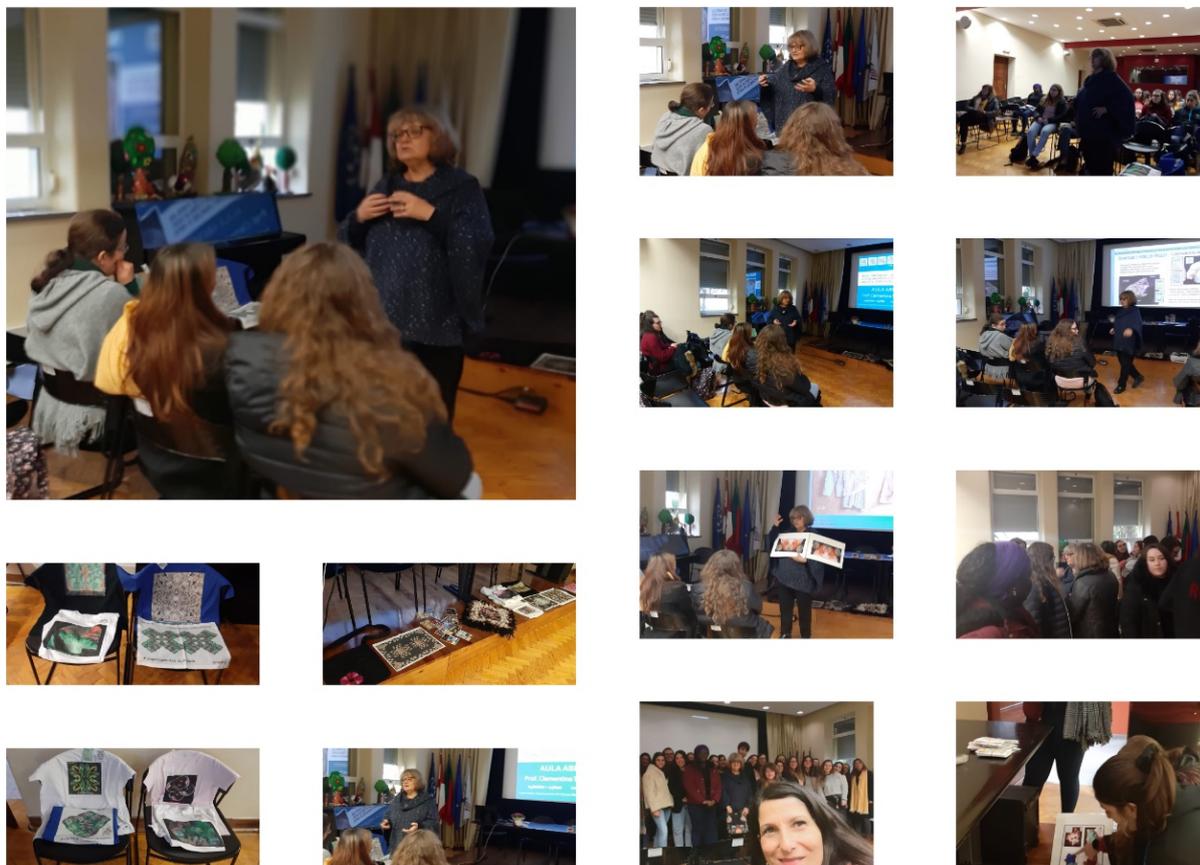


Figura 16 – Exposição de Ciência, Arte e Design apresentada na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, a convite da Professora Paula Maria [28].

Nas Figs. 17,18, podemos observar parte do material didático da exposição/palestra da Fig.16 [28], que incluiu os novos padrões decorativos desenhados em fins de 2019 e que já constavam das Figs.1,2. Estes exemplos de design gráfico associado à microscopia química, crescimento de cristais e cristalização tem sido amplamente divulgado nas redes Facebook, Pinterest, Instagram e numa forma mais definitiva na Researchgate. Neste percurso de ligação da Ciência dos cristais à Arte e ao Design, foram seguidos diversos caminhos: os slides/ montagens das fotomicrografias começaram por ser feitos em programas como o Power Point®, Picasa® e Photoshop®, passando depois a ser aplicado o programa GeCla, Associação Atractor, com esperança de fazer a ligação à Matemática, usando as fotografias de cristais e fotomicrografias para gerar os padrões de simetria no plano. Porém, desde fins de 2019, o design passou a ser feito utilizando programas/algoritmos muito simples disponibilizados de forma gratuita em telemóveis, e no programa da Google® para tratamento de fotografias (animações, colagens, vídeos, edição de fotos, etc.). De momento esta é de longe a melhor aposta.

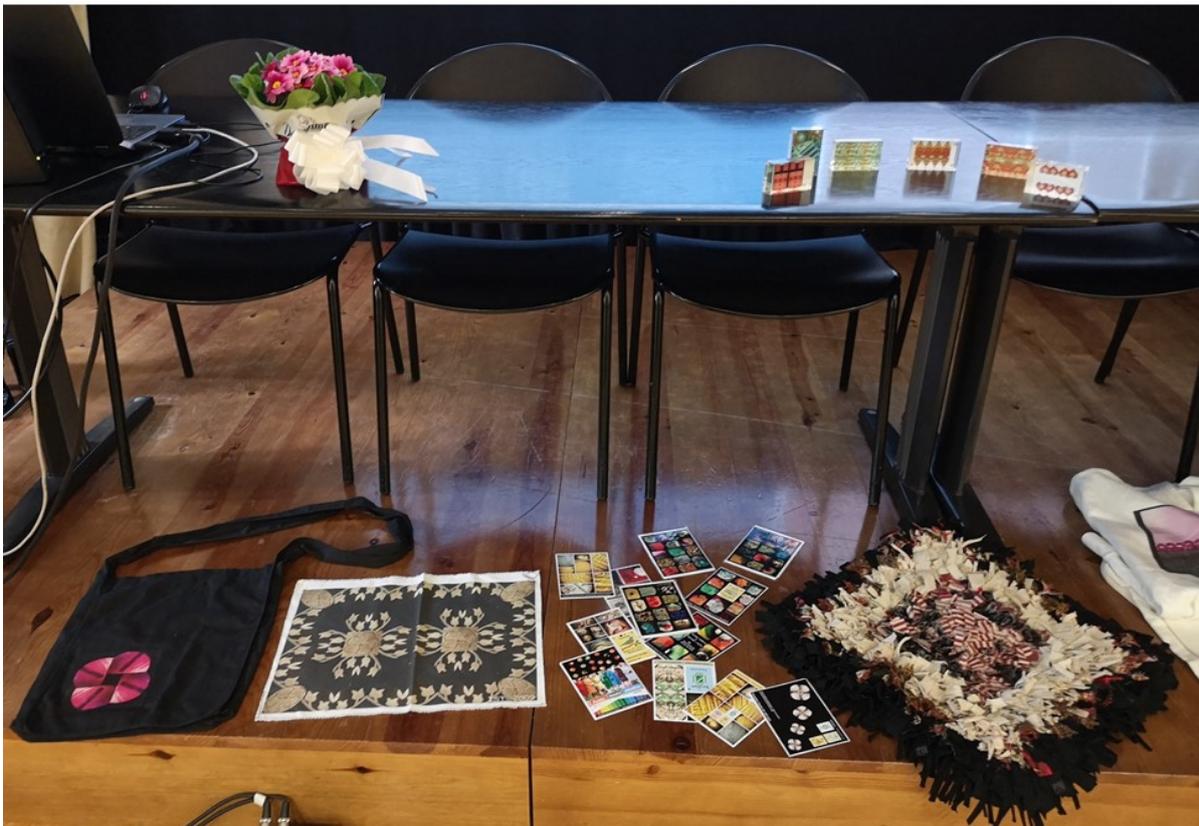
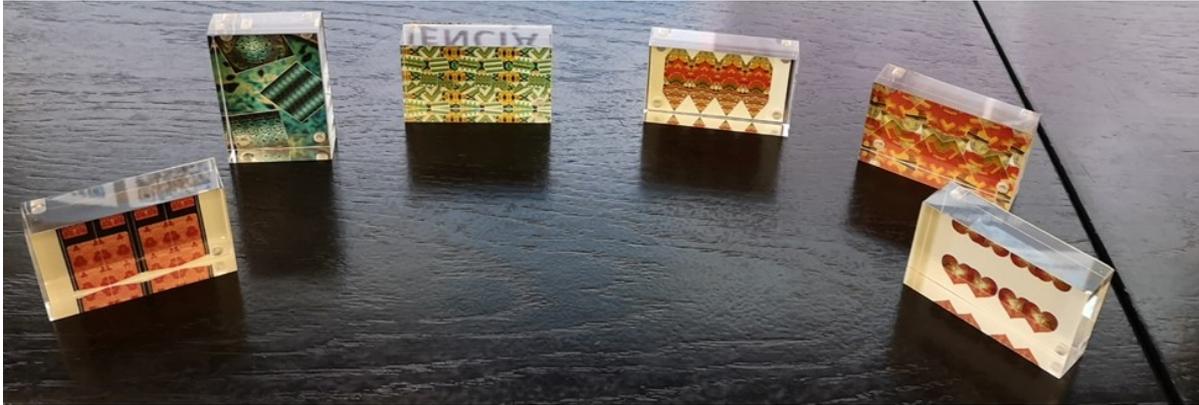


Figura 17 – Molduras em acrílico das Figs. 1,2, com os mesmos padrões decorativos feitos por fotomanipulação a partir de fotomicrografias de cristais à lupa estereoscópica. Foi a estreia! Em baixo, artigos da Exposição Artesãos do Século XXI [16], trabalhos de reciclagem de têxteis da Exposição “Nó Cego” [22] e fichas com fotomicrografias ligadas à Tabela Periódica de Keith Enevoldsen, desenvolvidas durante o Ano Internacional da Tabela Periódica [3,4]. Apresentação na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, a convite da professora Paula Maria [28], Figs.14,16.

Be 4
Beryllium

Emeralds

Keith Enevoldsen <https://elements.wlonk.com>

IYPT2019 Clementina Teixeira IST. Artesãos do Século XXI

Be 4 **Beryllium**
 lightweight metal; non-sparking copper alloy tools, aerospace, X-ray windows, beryl gems: emeralds and aquamarines

Be 4 **Beryllium**
 lightweight metal; non-sparking copper alloy tools, aerospace, X-ray windows, beryl gems: emeralds and aquamarines

Be 4 **Beryllium**
 lightweight metal; non-sparking copper alloy tools, aerospace, X-ray windows, beryl gems: emeralds and aquamarines

Be 4 **Beryllium**
 lightweight metal; non-sparking copper alloy tools, aerospace, X-ray windows, beryl gems: emeralds and aquamarines

Be 4 **Beryllium**
 lightweight metal; non-sparking copper alloy tools, aerospace, X-ray windows, beryl gems: emeralds and aquamarines

Be 4 **Beryllium**
 lightweight metal; non-sparking copper alloy tools, aerospace, X-ray windows, beryl gems: emeralds and aquamarines

Keith Enevoldsen elements.wlonk.com
 Clementina Teixeira IYPT2019. Ano Internacional da Tabela Periódica 2019.

*Diamonds and emeralds under a stereomicroscope
 Clementina Teixeira*

Figura 18 – Ficha do Berílio divulgada no IYPT2019, com jóias de gemas com este elemento na sua composição: águas marinhas, à esquerda e esmeraldas de cor verde.

A fotografia do anel de águas marinhas, na Fig.18, à esquerda é macro. Todas as outras imagens da jóia com esmeraldas, uma pregadeira, são construídas por regras de simetria simples a partir da fotomicrografia do alfinete, em cima, à direita, com ampliação de 10x. Poderíamos acrescentar as

fichas do ouro, do carbono para os diamantes e do ródio, no ouro branco. Estes trabalhos de observação de jóias à lupa estereoscópica fazem parte da exposição Artesãos do Século XXI, Ourives do Século XXI. Podem ser encontrados mais exemplos nos Capítulos 2-4 [39-41]. Mais exemplos de simetrias muito simples no campo da ourivesaria (reflexão e translação), Figs. 19-22.

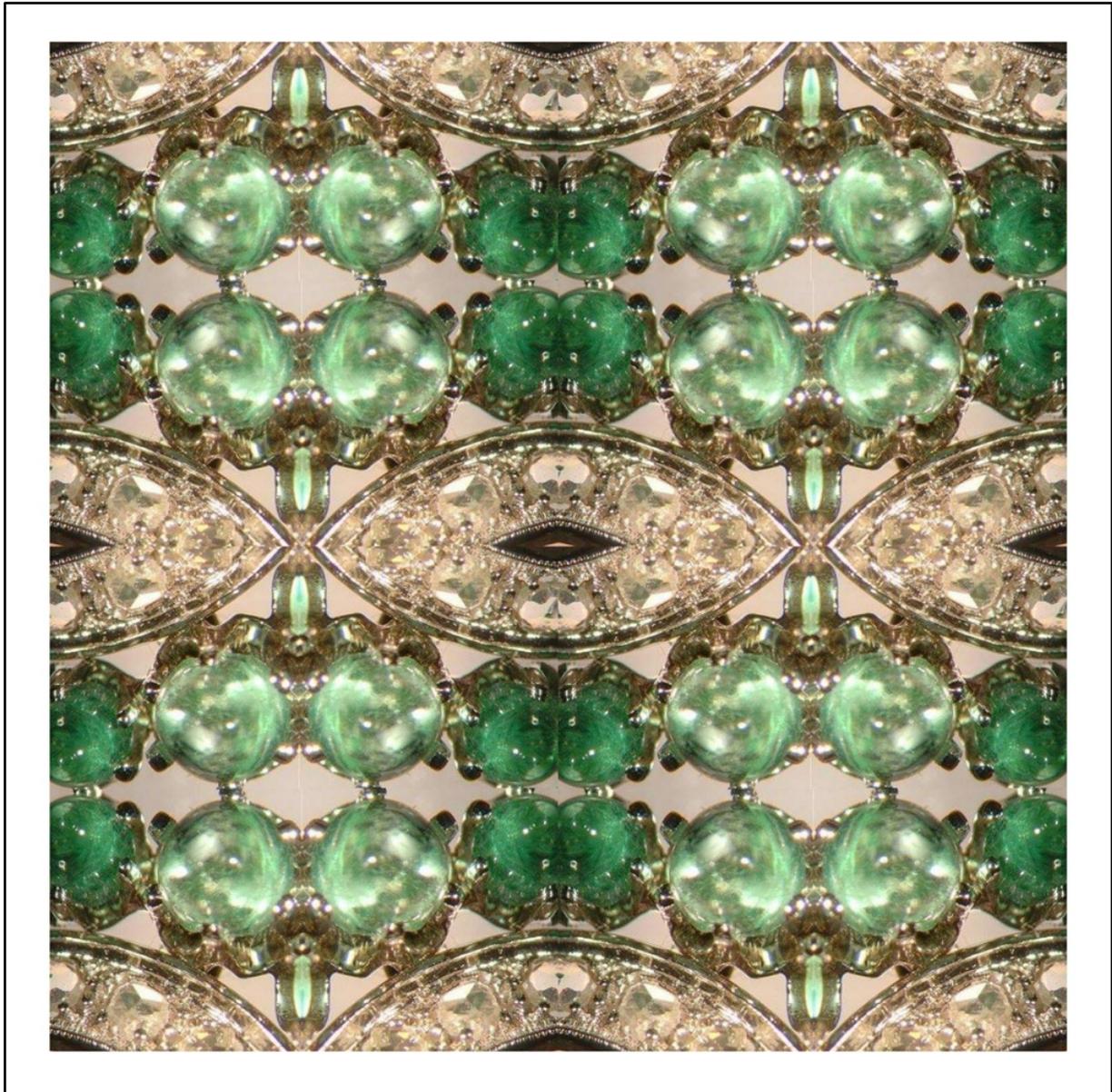
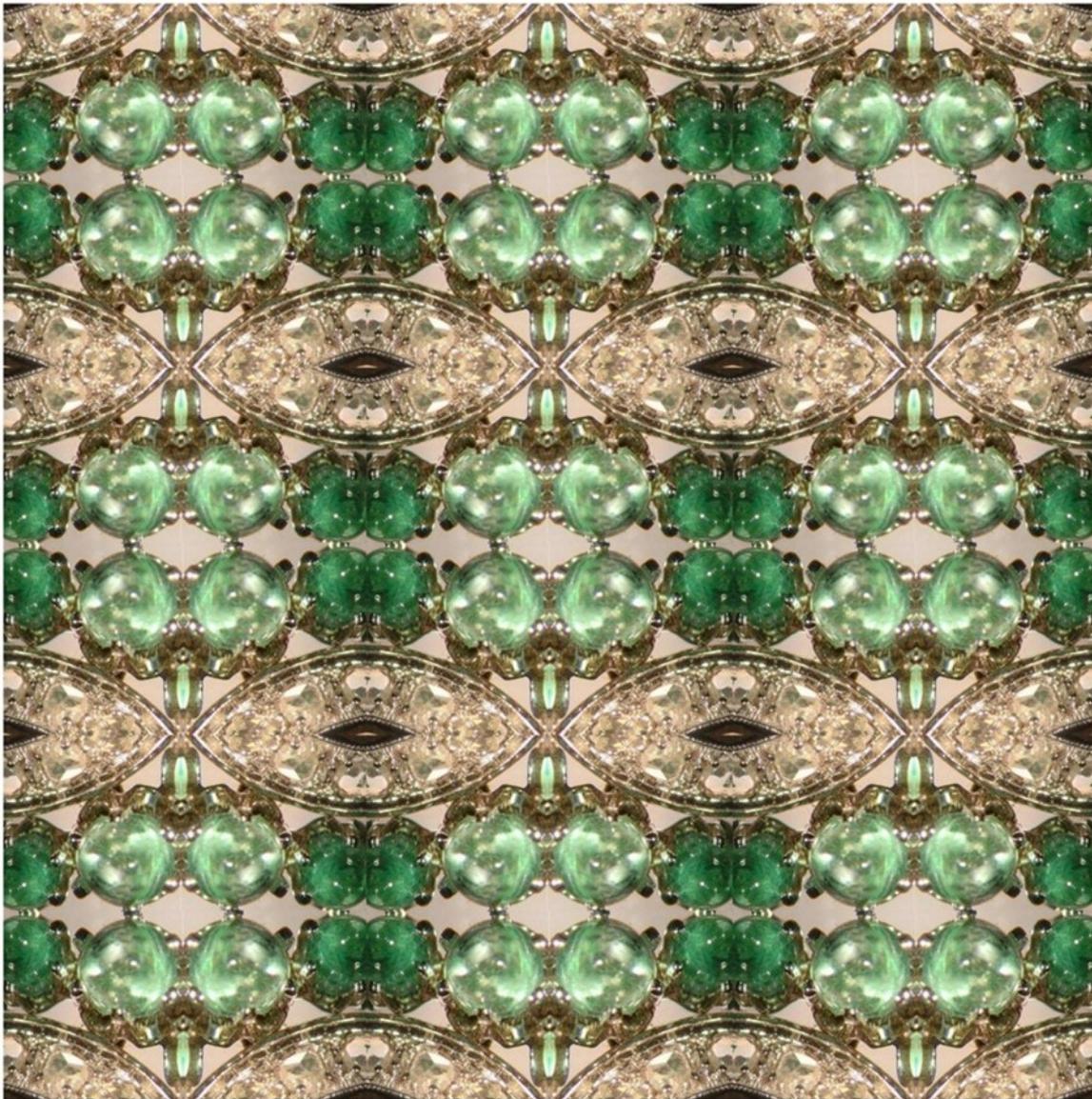


Figura 19 – Estudo de simetria feito a partir da observação à lupa estereoscópica de um alfinete com ouro branco, diamantes e esmeraldas. A fotomicrografia original com ampliação de 10x está na Fig.18. Estes padrões poderão ser utilizados em merchandising, acompanhando os objectos que se querem vender. A observação de jóias à lupa estereoscópica é apaixonante e faz parte da Exposição Artesãos do Século XXI [16]. Em geral, as pessoas que vêm visitar a exposição trazem as próprias peças para observar. Esta peça fez também parte de um projecto de máscaras que foi desenvolvido no Facebook, com ligação à Arte de Poen de Wijs e Jantina Peperkamp [42].



<p>Au   79</p> <p>Ouro</p>  <p>Joias</p>	<p>Rh   45</p> <p>Ródio</p>  <p>Refletores Holofotes</p>	<p>C   6</p> <p>Carbono</p>  <p>Base das moléculas da vida</p>	<p>Be  4</p> <p>Berílio</p>  <p>Esmeraldas</p>
---	---	---	--

Figura 20 – Estudo de simetria feito a partir da observação à lupa estereoscópica de um alfinete com ouro branco, diamantes e esmeraldas. A fotomicrografia original está na Fig.18. As fichas da Tabela Periódica traduzidas em Português do Brasil, a partir das fichas de Keith Enevoldsen [43] completam esta ficha, com Au e Rh para o ouro branco, C para os diamantes e Be para as esmeraldas.

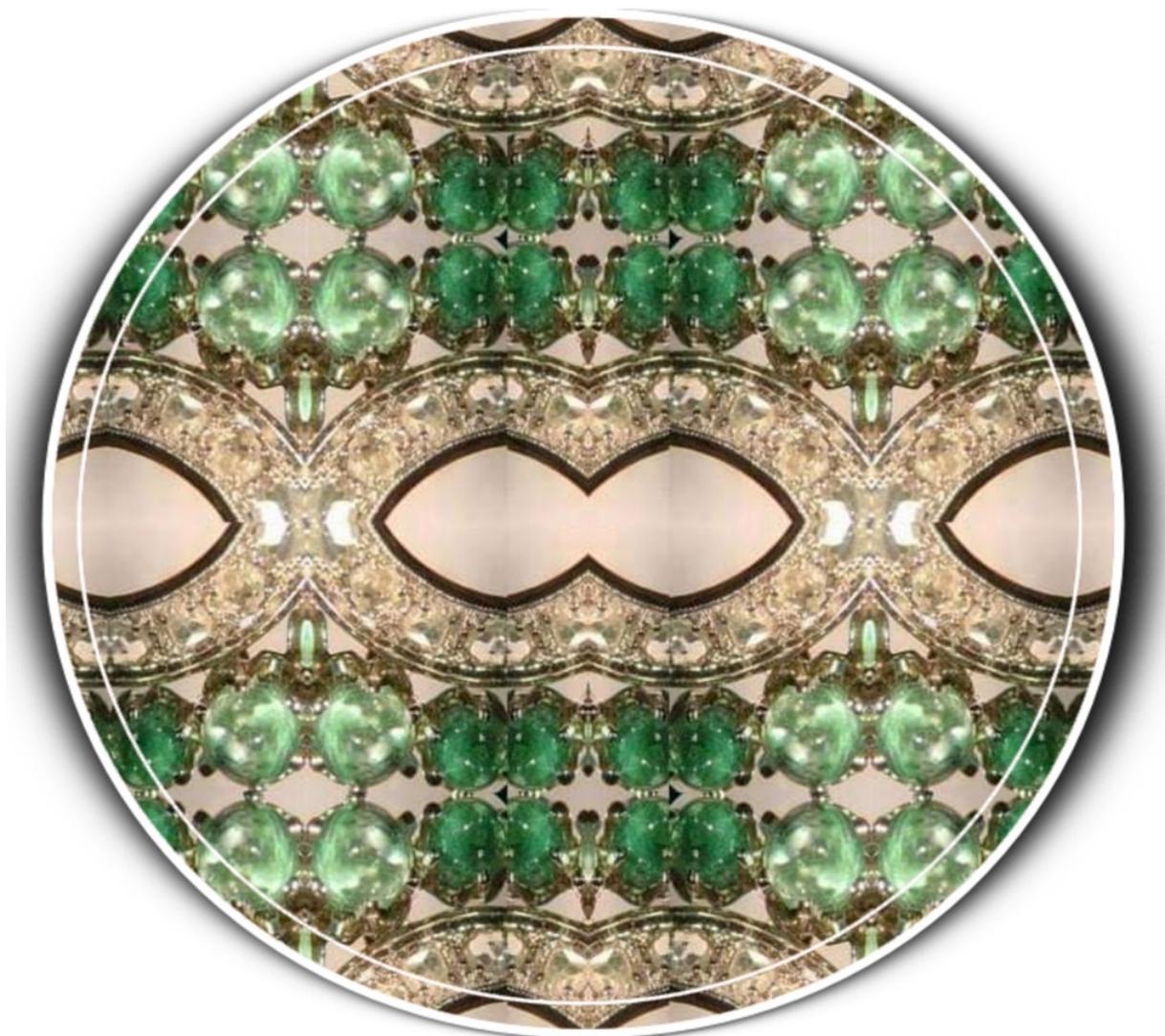


Figura 21 – Fotomanipulação feita em telemóvel, com vários algoritmos acessíveis e grátis, que a partir de modelos *standard* permitem a formatação com imagens à escolha. As imagens foram obtidas por simetrias de reflexão e translação, a partir de fotomicrografias de um alfinete à lupa estereoscópica, constituído por diamantes e esmeraldas em ouro branco, Fig.18. Sugestão de imagens para merchandising de artigos de ourivesaria, Projecto Artesãos do Século XXI [16]. A gravura aqui simula uma placa de Petri, embora não se trate de uma reação química, neste caso. O design expedito a partir de algoritmos será objecto de uma outra publicação, embora tenham sido dados muitos exemplos nas redes sociais Facebook e Instagram [44]. Outro exemplo, com a mesma jóia é dado na Figura 22.

Na Fig.23, mostra-se uma pequena exposição permanente junto da Biblioteca do Instituto Superior Técnico, no Complexo Interdisciplinar, com amostras de cristais “On the Rocks”, redes cristalinas rigorosas de cristais Miramodus Molecular Models[®] e outros trabalhos de Ciência e Arte, que vão sendo actualizados e que fazem parte da oferta actual de actividades de divulgação da Química feita pelo Centro de Química Estrutural e DEQ no IST [3]. Os cubos giratórios em acrílico da Figura são uma novidade e mostram padrões decorativos de compostos inorgânicos feitos por regras de simetria

simples e fotomanipulação a partir de fotomicrografias dos seus cristais e/ou reações à lupa estereoscópica. Este projecto já deveria ter sido apresentado em várias exposições em Escolas e Bibliotecas, que entretanto foram adiadas devido à pandemia. Algumas escolas sugeriram exposições virtuais uma das quais já está agendada para o arranque do próximo ano lectivo. Além dos padrões, nesta mostra de actividades de divulgação estão expostos cristais “On the rocks”, cristalizadores com amostras apelativas para observação e redes cristalinas rigorosas de alguns compostos inorgânicos. Também foram incluídos alguns quadros com trabalhos anteriormente apresentados em Congressos, T-shirts e coleções de pequenos magnetes. A cedência destes materiais é gratuita.



Figura 22 – Montagens feitas a partir da fotomanipulação de fotomicrografias de uma jóia de ouro branco com diamantes, Figs 19-21, explorando o conceito de simetria de reflexão, translação e composição gráfica (ampliação 10x, em baixo à direita). Projecto Artesãos do Século XXI [16]. Mais exemplos na referência 44.



Figura 23 – Cubos rotativos com padrões dos seguintes compostos: alúmen de cromo, cristais dendríticos de prata e cobre obtidos por reações de deslocamento, dicromato de potássio e sulfato de cobre pentahidratado [5,12,18,44], apenas os que são visíveis na figura. Para mais exemplos consultar as referências indicadas nas Figs.1,2. A bibliografia desta secção contém alguns vídeos que têm sido feitos com padrões decorativos deste tipo. Está em elaboração um atlas de imagem com os novos padrões desenvolvidos desde os finais de 2019 e que, devido à pandemia, não foram apresentados nos Congressos habituais, como é o caso dos que são organizados pela Casa das Ciências (17 comunicações apresentadas, 2013-2019). Os vários padrões serão organizados por compostos e distribuídos pelos Capítulos respectivos, num prolongamento do que já foi apresentado na ref.2.

Na Fig.24 mostram-se os preparativos de uma oficina/palestra que decorreu na Escola Ciência Viva, Encontro com o Cientista, com observação de cristais à lupa estereoscópica, cristais “On the Rocks” e ligação à Arte de Poen de Wijs, Jantina Peperkamp e também à Tabela Periódica. Aqui foram testadas

placas de Petri com cristalizações e os resultados foram muito positivos, com alunos do 3º ano de escolaridade, que serão apresentados num outro Capítulo, com uma maior ênfase para a ligação Ciência-Arte. Um dos elementos mais citados na palestra foi o fósforo, pelo que também se observaram cristais de dihidrogenofosfato de amónio, e muitas outras amostras muito coloridas. Na Figura podem observar-se as placas de Petri e cristalizadores que funcionaram como um óptimo equipamento didático. Algumas destas amostras estavam conservadas há mais de quinze anos, devidamente acondicionadas ao abrigo do pó, luz e humidade, pelo que os compostos nelas contidos podem ser usados como material didático de observação à lupa estereoscópica.



Figura 24 – Preparação do Encontro com o Cientista em 2019, sobre cristais, na Escola Ciência Viva, Pavilhão do Conhecimento [45].

6.2. Microscopia Química: reação de ácido-base à lupa estereoscópica, HCl + NaOH, com indicador universal de pH. Padrões decorativos e ligação à Tabela Periódica.

A reação do ácido clorídrico com soda cáustica é um clássico na abordagem das reações de ácido-base, acompanhada pelo chavão “ácido mais base dá sal mais água”, fazendo parte da lista obrigatória de reações para estudar à lupa estereoscópica, a chamada “lista de supermercado” [46], piada que acompanha sempre a divulgação das experiências de microscopia química [47] de garantido sucesso, mesmo para alunos com pouca experiência de laboratório. Além disso nesta reação forma-se NaCl, um dos sais que fizeram parte da lista das amostras observadas nos Laboratórios Abertos 2020 e que será apresentado noutro Capítulo, embora já o tenha sido antes [2]. Apesar deste sistema de ácido forte/base forte não ter sido escolhido para a parte experimental, a sua presença no evento foi assinalada pelos padrões decorativos que apareceram em fichas, magnetes, capas de álbuns, gravuras para quadros, T-shirts e muitos outros padrões integrantes da Exposição “Artesãos do Século XXI” [16,48], Fig.25. Aprendeu-se muito com esta reação no contexto de otimizar a observação à lupa estereoscópica. De facto, sendo uma das primeiras a ser estudada, foi necessário ajustar as condições experimentais para ter sucesso nas fotomicrografias: quando se utilizaram os reagentes em solução aquosa diluída e com um indicador, o resultado não foi nada apelativo, devido à homogeneidade do meio, com as cores muito esbatidas e sem contrastes. Ao fim de várias tentativas, chegou-se à conclusão de que as reações à lupa se tornavam mais apelativas quando se trabalhava com mais do que uma fase, provocando descontinuidades no meio a observar, para obter sombras e contornos que davam maior realce às fotomicrografias. E essa constatação é uma constante em microscopia.

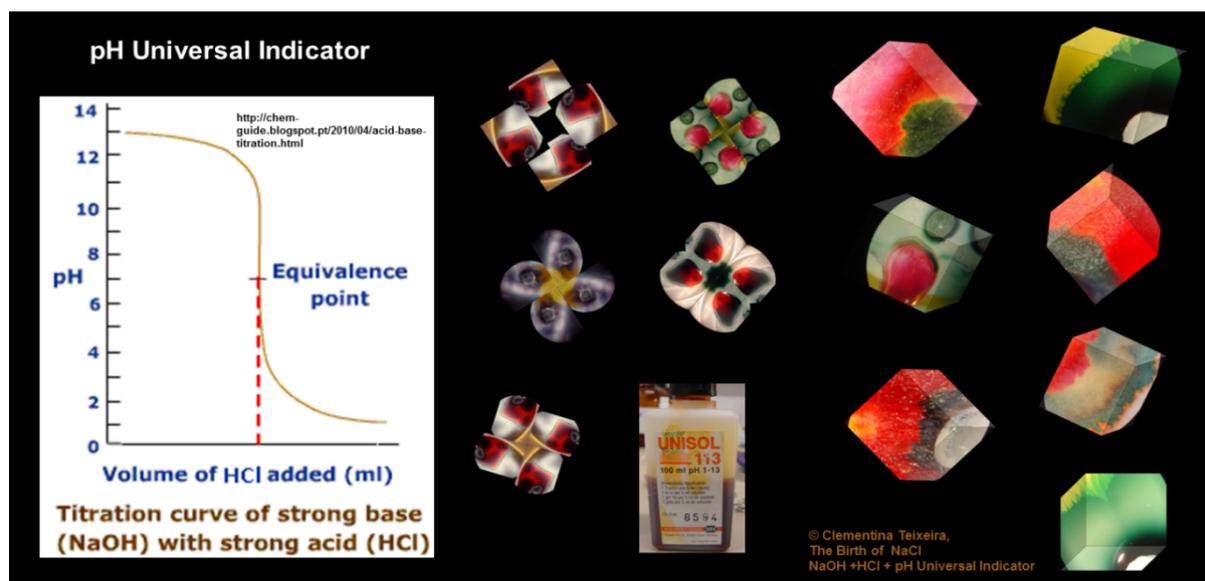


Figura 25 – Curva potenciométrica para ácido/base forte, HCl+NaOH, mostrando o ponto de equivalência a pH 7, a grande variação de pH entre os dois patamares a pH constante e vários padrões decorativos construídos com as fotomicrografias da reação: motivos obtidos por regras de simetria simples, reflexão, rotação e cubos

formatados com as fotomicrografias (os avatares usados como fotos de perfil no Facebook). O indicador universal de pH, que dá a maior variedade de cores também aparece na figura [49], vide as cores nas Figs. 26 e 27.

Em vez de utilizar as soluções optou-se, assim, por fazer reagir uma pastilha de soda cáustica com uma ou duas gotas de HCl (0.1M), em presença de 2-3 gotas de indicador universal de pH concentrado (diluído a cor fica muito desmaiada). Tratando-se de uma reação entre um ácido forte e uma base forte, a variação de pH que ocorre no ponto de equivalência é muito grande, como se demonstra na Fig.25. Por isso mesmo temos acesso a uma enorme variedade de cores do indicador universal de pH. Este reagente é na realidade uma mistura de vários outros e para uma grande variação de pH durante a reação, como é o caso, é possível filmar e registar em fotomicrografia todas as cores dos fatos da Rainha de Inglaterra, imagem que se tornou viral nas redes sociais, como se mostra nas Figs. 26, 27 [50,51].



Figura 26 – Memes virais nas redes sociais. São estas as cores que se conseguem detectar em instantâneos de um pequeno videoclip da reação $\text{HCl (aq)} + \text{NaOH (c)}$ em presença do indicador universal de pH [50].

Fizeram-se ensaios em placa de Petri, colocando primeiro a pastilha de soda cáustica, as gotas de indicador e depois uma ou duas gotas do ácido, seguindo-se a observação à lupa estereoscópica. Também se repetiu a experiência invertendo a ordem de adição e ainda, utilizando como base uma folha de papel de filtro, e até mais do que uma pastilha de NaOH. Foi também usado extracto de couve roxa mas não resultou, mesmo quando concentrado, e a sequência de cores também não é a mesma, pelo que a comparação acaba por ser muito confusa. Os resultados em videoclips e fotomicrografias ficaram espectaculares e foram divulgados em Congressos [17,23,28,30,48], palestras nas escolas, slides de Ciência e Arte [51] e nas redes sociais [10]. Em larga escala e na forma de gifs foi feita divulgação na rede Google (+), que já não existe (o que é uma pena!), passando os resultados depois para a Researchgate e Pinterest. A coleção abrange álbuns, capas de blocos, individuais de servir à mesa, gravuras [16], videoclips e mais recentemente padrões de simetria feitos pelo GeCla (Associação

Atractor) e por fotomanipulação misturando várias aplicações de design feitas para telemóveis [10]. Nas figuras que se seguem são dados exemplos de alguns dos materiais da coleção.



Figura 27 – Memes virais nas redes sociais, de autor desconhecido [52]. São estas as cores que se conseguem detectar em instantâneos de um pequeno videoclip da reação $\text{HCl (aq)} + \text{NaOH(c)}$ em presença do indicador universal de pH concentrado. As duas últimas posições da rainha estão trocadas. Com base nestes memes e com os resultados da reação foi apresentada uma nova proposta de padrão para os fatos, às bolinhas, vide, Figs. 28, 29.



Figura 28 – Uma proposta de padrão diferente, para os fatos da rainha, às bolinhas, formatadas com as fotomicrografias (20x) da reação $\text{HCl} + \text{NaOH}$. É melhor usar já, antes que se torne numa piada de mau gosto. Nas Figs. 29, 30, podem observar-se mais exemplos deste tipo e algumas das fotomicrografias originais.

Nascimento do Cloreto de Sódio



Indicador Universal de pH, 20x



$$\text{HCl (aq)} + \text{NaOH (c)} \rightarrow \text{NaCl (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$$

<p>H ☁ ⚡ 1 Hydrogen</p>  <p>Sun and Stars</p>	<p>Cl ☁ ⚡ 17 Chlorine</p>  <p>Swimming Pools</p>	+	<p>Na 🏠 ⚡ 11 Sodium</p>  <p>Salt</p>	<p>O ☁ ⚡ 8 Oxygen</p>  <p>Air</p>	<p>H ☁ ⚡ 1 Hydrogen</p>  <p>Sun and Stars</p>
--	---	---	---	---	--

IYPT2019. Clementina Teixeira <https://elements.wlonk.com>

Figura 29 – As fotomicrografias (20x) da reação $\text{HCl (aq)} + \text{NaOH(c)}$, encarada como o “nascimento” do cloreto de sódio foram usadas na formatação de círculos e combinadas com as fichas da Tabela Periódica de Keith Enevoldsen. Exemplos destas fotomicrografias são dados na Fig. 30.

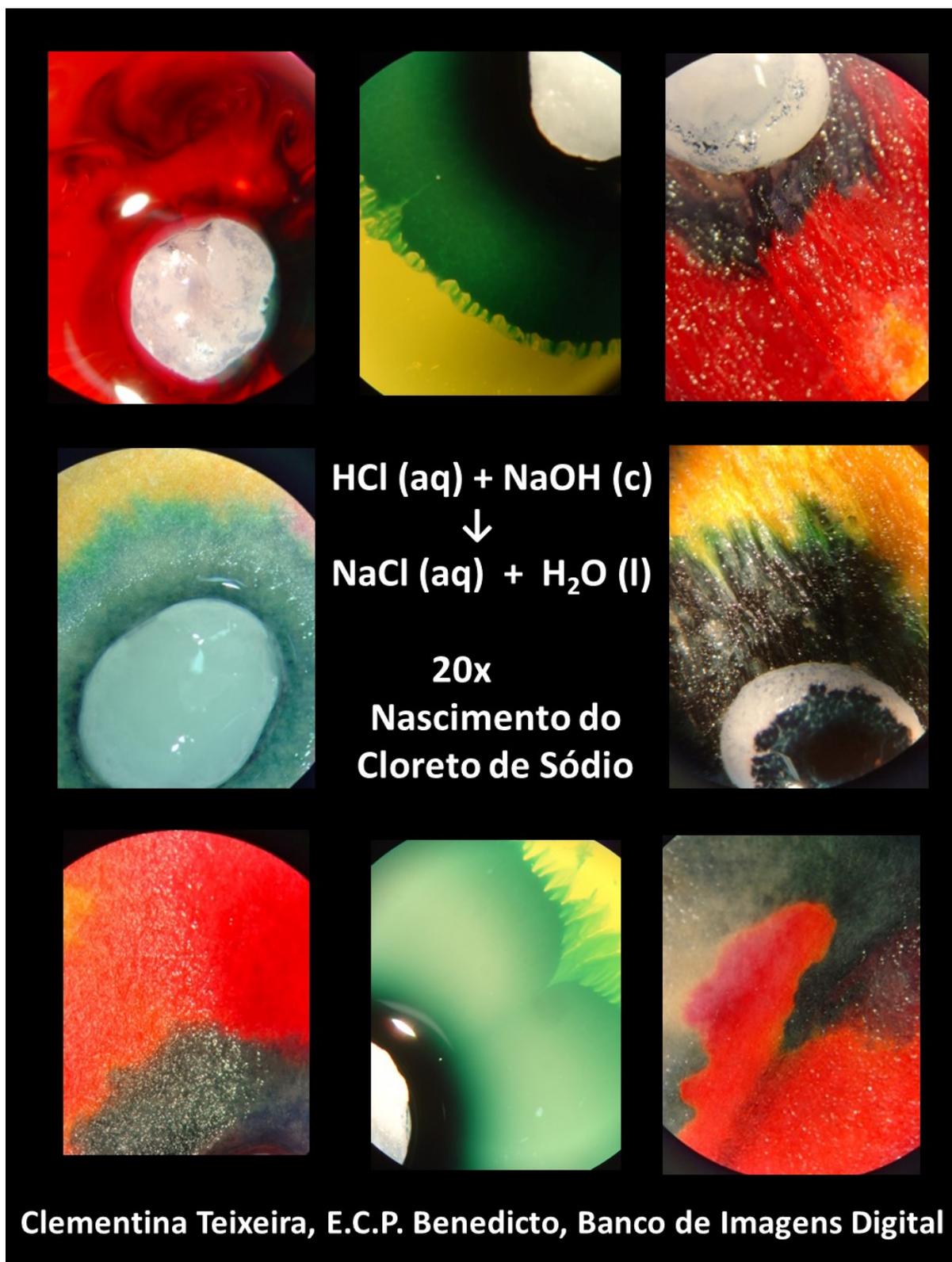


Figura 30 – As fotomicrografias (20x) da reação $\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(c)}$, encarada como o “nascimento” do cloreto de sódio. Gravuras deste tipo foram usadas como capas de blocos de apontamentos, na Exposição “Artesãos do Século XXI” [16,46]. A coleção de blocos designa-se por “Os meus apontamentos de Química”, reunindo muitos resultados conseguidos nas aulas de laboratório. Imagens da reacção feita em placa de Petri e em papel de filtro.

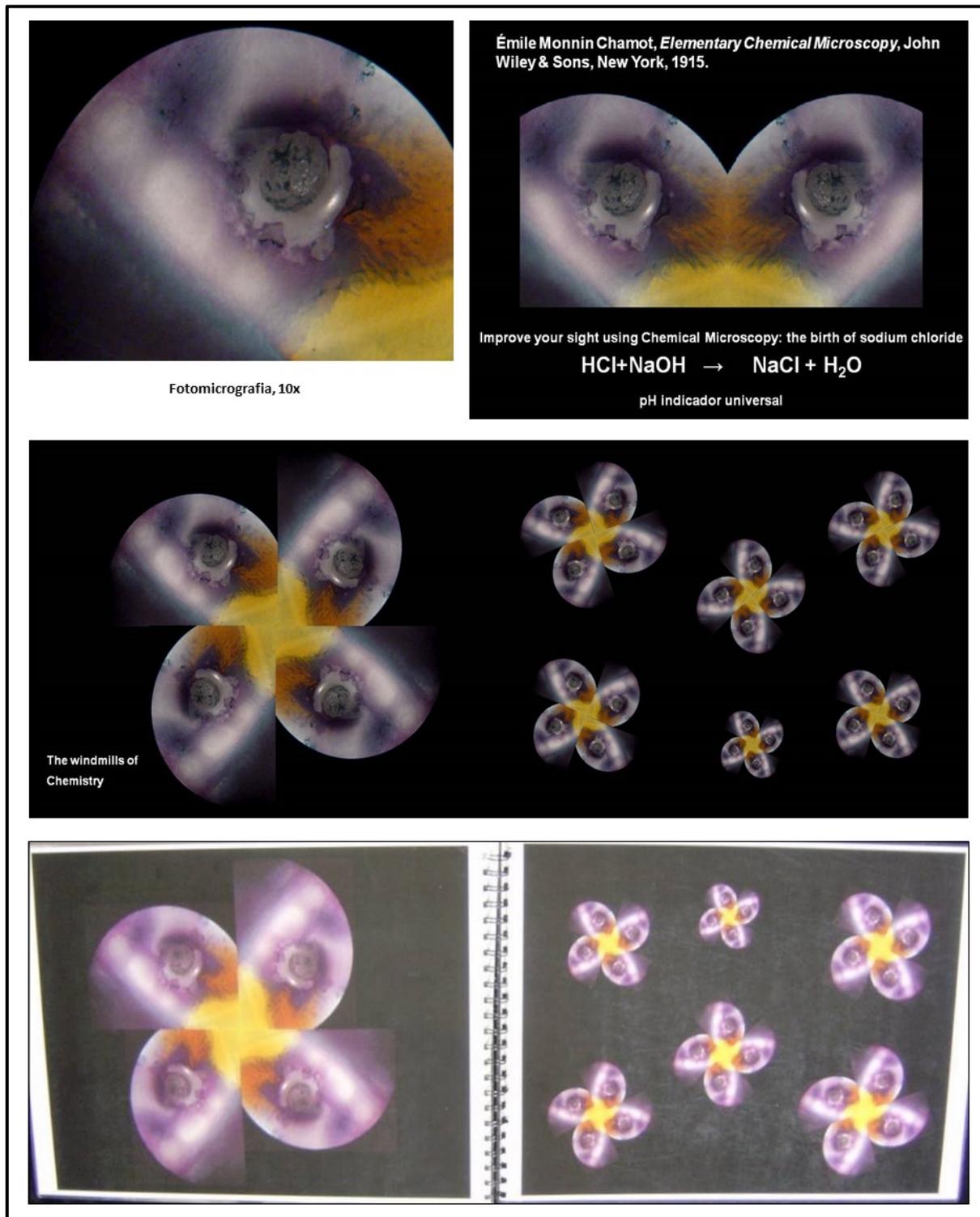


Figura 31 – Um instantâneo de um pequeno videoclip da reação permitiu escolher o motivo, ampliação de 10x, primeira figura do esquema. Aí se observa a pastilha de NaOH e as várias zonas de pH que se formaram por não haver agitação do meio (consultar Sua Majestade para os valores de pH!). A figura do mocho, obtida por simetria de reflexão, foi uma das primeiras a ser divulgada. Em seguida por simetria de rotação obtém-se um “moinho de vento” que se repetiu de forma aleatória para formar outra gravura [53]. Todas elas foram ligadas à Arte de Poen de Wijs e utilizadas como capa e contracapa de álbuns na Exposição Artesãos do Século XXI [16]. Para mais figuras de máscaras de mocho e de abutre, conseguidas com a mesma reacção, consultar a Fig.11 e respectivas referências.



Figura 32 – Vários instantâneos de pequenos vídeos permitiram construir padrões decorativos da série

“Windmills of Chemistry”, apenas recorrendo ao programa Power Point, com rosáceas obtidas por simetria de rotação que foram combinadas com a Arte de Poen de Wijs, num projecto designado por “soprar”. A última fotomicrografia com ampliação de 10x mostra a gota de HCl, em vermelho, meio ácido, prestes a reagir com a pastilha de soda cáustica, rodeada de solução verde. Ao centro padrões decorativos obtidos por simetria de reflexão (dois eixos de simetria). Construíram-se álbuns e depois de usados até à exaustão em exposições nas escolas, foram convertidos em magnetes como se mostra nas duas primeiras figuras [16,53,54]. Mais exemplos na Fig. 33.

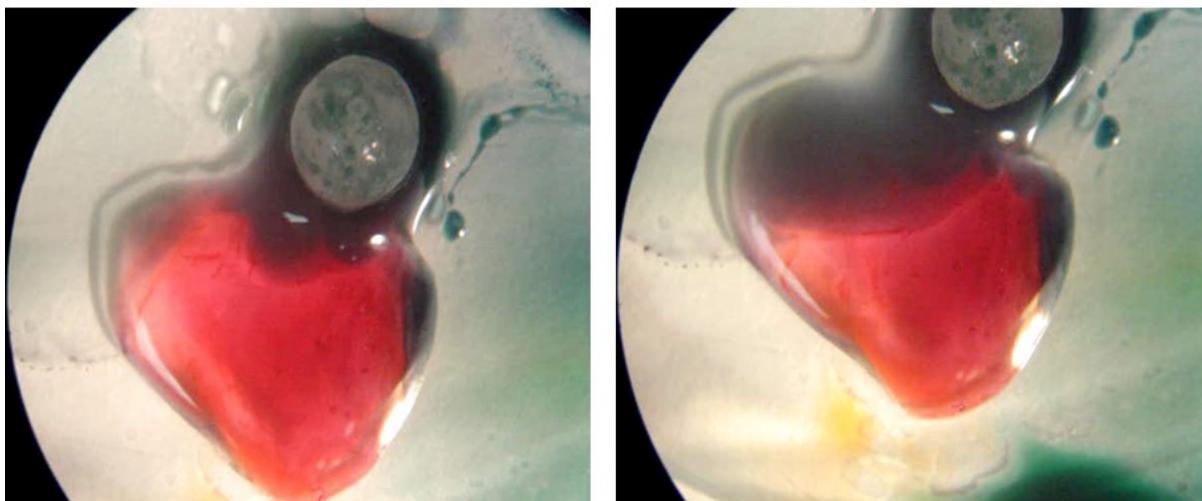
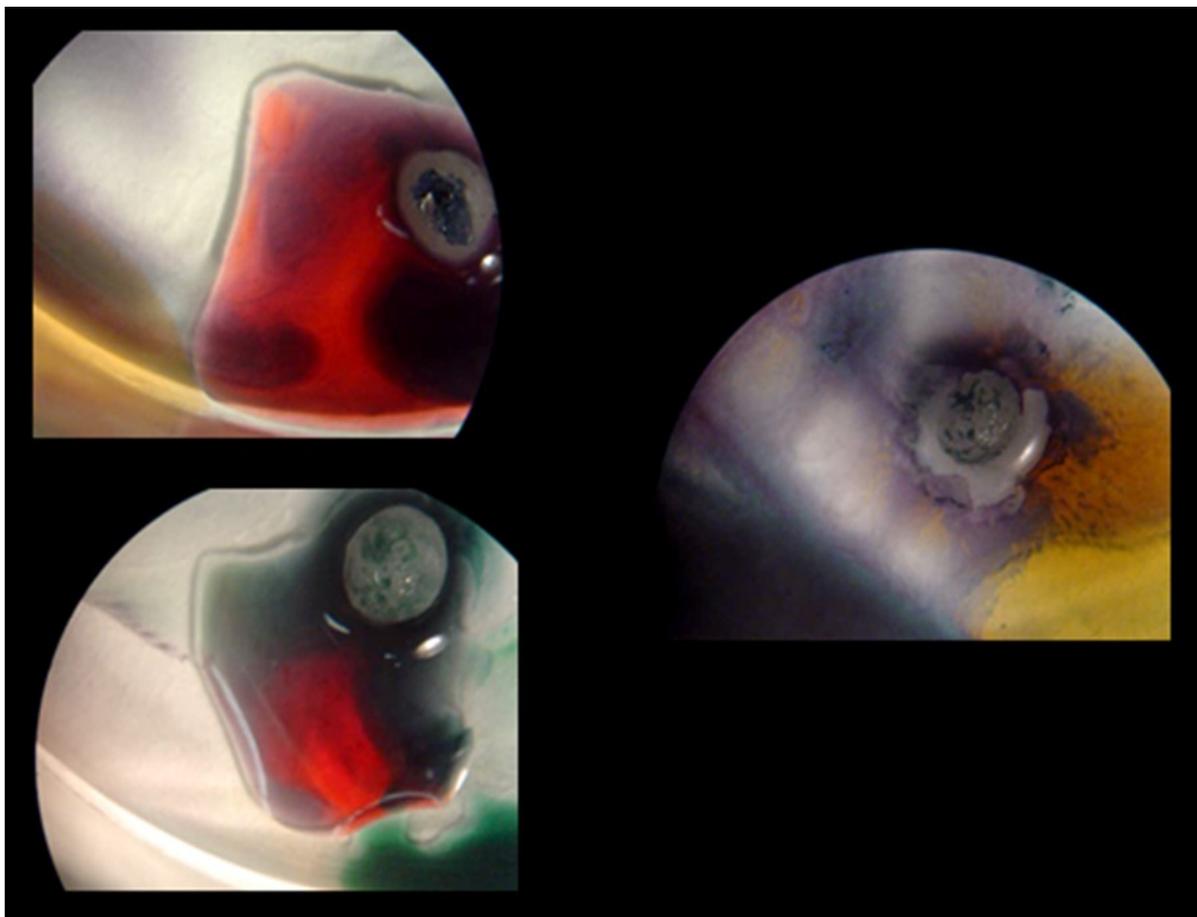


Figura 33 – Mais instantâneos de videoclips para esta reação (10x), usados como motivos total ou parcialmente para gerar padrões decorativos com o Power Point e com outros programas. As rosáceas foram utilizadas para

fazer capas de álbuns (Fig.32) e outros artigos da exposição Artesãos do Século XXI. Ao deixar evaporar a água, nas experiências feitas em placas de Petri, formaram-se cristais de cloreto de sódio coloridos, mas muito feiinhos. Por isso estas experiências foram incluídas numa série designada por “nascimento do cloreto de sódio”.

A ligação da Microscopia Química [47] à simetria foi um processo lento, que começou com regras muito simples de reflexão, rotação, translação e reflexão deslizante, como se viu, em parte, nas Figs. 31,32, dirigido sobretudo para trabalhos com crianças. Na altura de adesão à rede social Facebook em 2009, o projecto Ciência Viva “A Química Descobre a Criança” (CV/VI/ID976) explorou bastante a construção de “moinhos de vento” (“windmills of Chemistry”) com simetria de rotação [51] para aplicações em papel para origami e também a construção de máscaras para crianças por simetria de reflexão (um e dois eixos de simetria) usando fotomicrografias de reações e outras de objectos comuns [42]. Também no Pavilhão do Conhecimento, Ciência Viva, houve muitas apresentações de roteiros de turismo científico sobre as simetrias da calçada portuguesa, dos bordados nos lenços de Viana do Castelo, sessões essas que foram determinantes para firmar a motivação neste tipo de projecto. Ainda no FB foram divulgados trabalhos de simetria com rendas, bordados e até tapetes de flores nas festas populares das ilhas. Junto do Instituto Superior Técnico, em Lisboa, existem passeios de calçada portuguesa com esses mesmos “moinhos” ou ventoinhas, construídos em basalto negro com rotações de 90° e assim tudo se conjurava para a inclusão da simetria e a sua ligação à microscopia e à Química. A ligação à Arte, principalmente a de Poen de Wijs, foi desenvolvida no Facebook a partir de Abril de 2013, com essas mesmas simetrias e os moinhos químicos foram incluídos num projecto mais geral, o “Soprar”, com ilustrações de crianças pintadas por Poen, a soprar em moinhos de papel, mas também em bolas de sabão, dentes de leão e com gifs de Ciência e Arte onde também se incluíam as experiências com neve carbónica e azoto líquido [55]. Nesse mesmo ano o projecto contou com o envolvimento de Professores de Matemática, Físico- Química e Biologia e foi apresentado o primeiro Poster de Química, Biologia e Simetria no primeiro Congresso da Casa das Ciências [56]. Apesar de não ter havido continuidade do projeto depois desta apresentação, a ligação à simetria foi muito melhorada graças aos Congressos da Casa das Ciências: uma plenária excepcional de cristalografia/simetria do Professor da Universidade do Porto Frederico Sodré Borges [57], em 2014, no âmbito do Ano Internacional da Cristalografia, parecia ser feita de propósito para os projectos de cristais químicos, com a Arte de Escher, as simetrias no plano e tridimensional dos cristais. Estava tudo a bater certo para que o projecto se desenvolvesse, procurando também associar a ele professores de Geologia e de Matemática. Mais tarde, em 2016, dá-se novo salto qualitativo com a espectacular Exposição de Simetria da Associação Atractor, do Prof. Arala Chaves, pela mão do próprio e principalmente da sua colaboradora Ana Cristina Oliveira, no III Congresso Internacional da Casa das Ciências [58]. Foi aí que se começou logo a utilizar o programa Gerador e Classificador de Simetrias

GeCl₄, como uma espécie de caixa negra em que de um lado entrava a fotomicrografia da experiência de Química à lupa e do outro lado saía um friso, uma rosácea e padrões lindíssimos e originais, alguns deles exibidos nas próximas figuras.

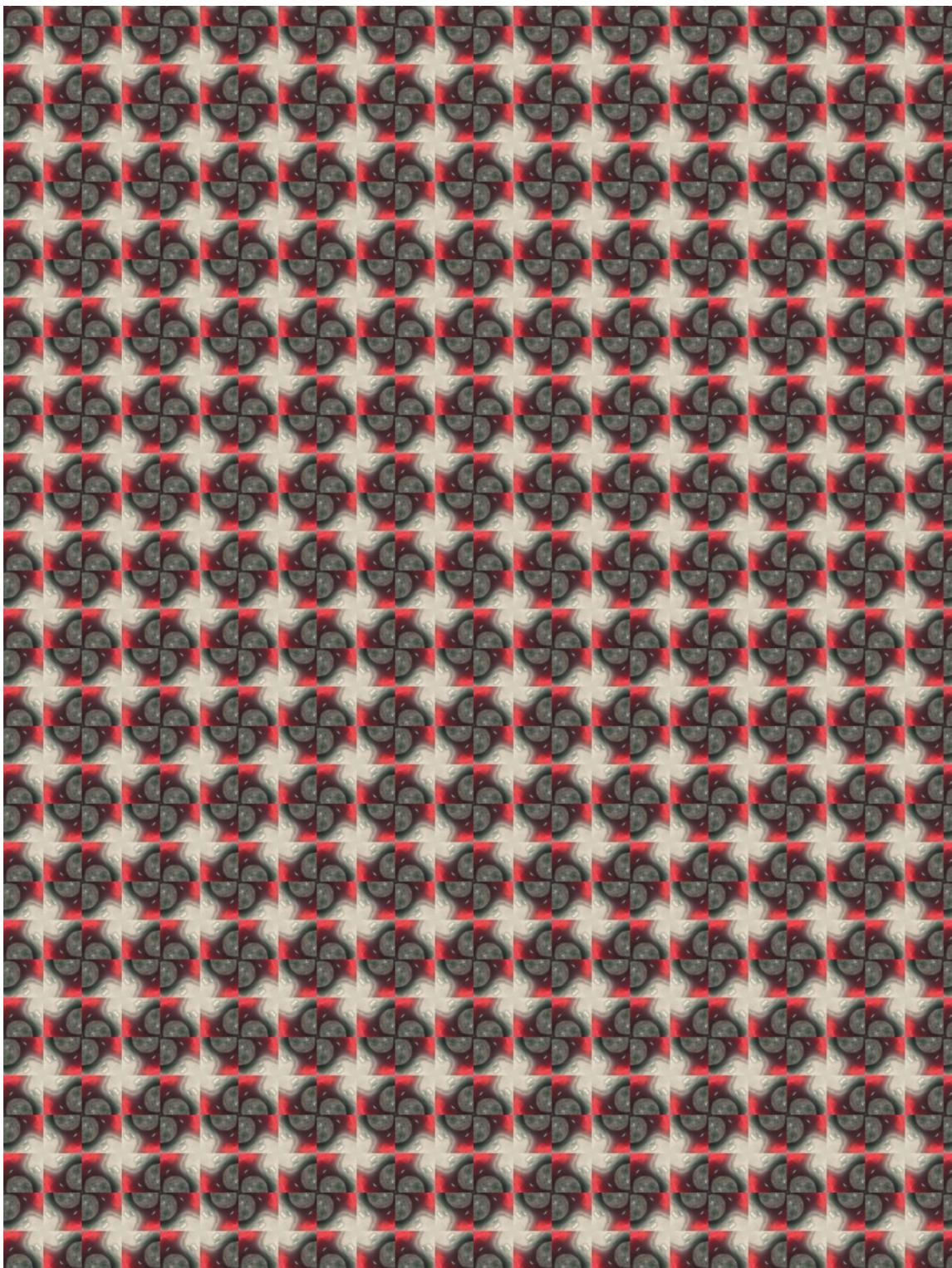


Figura 34 – Padrão p4, GeCl₄, nascimento do NaCl, construído a partir da fotomicrografia de uma gota de HCl (aq) com uma pastilha de NaOH (c) em presença de indicador universal de pH, reação fotografada à lupa estereoscópica, Fig.33, em baixo à esquerda (ampliação da fotomicrografia 10x).

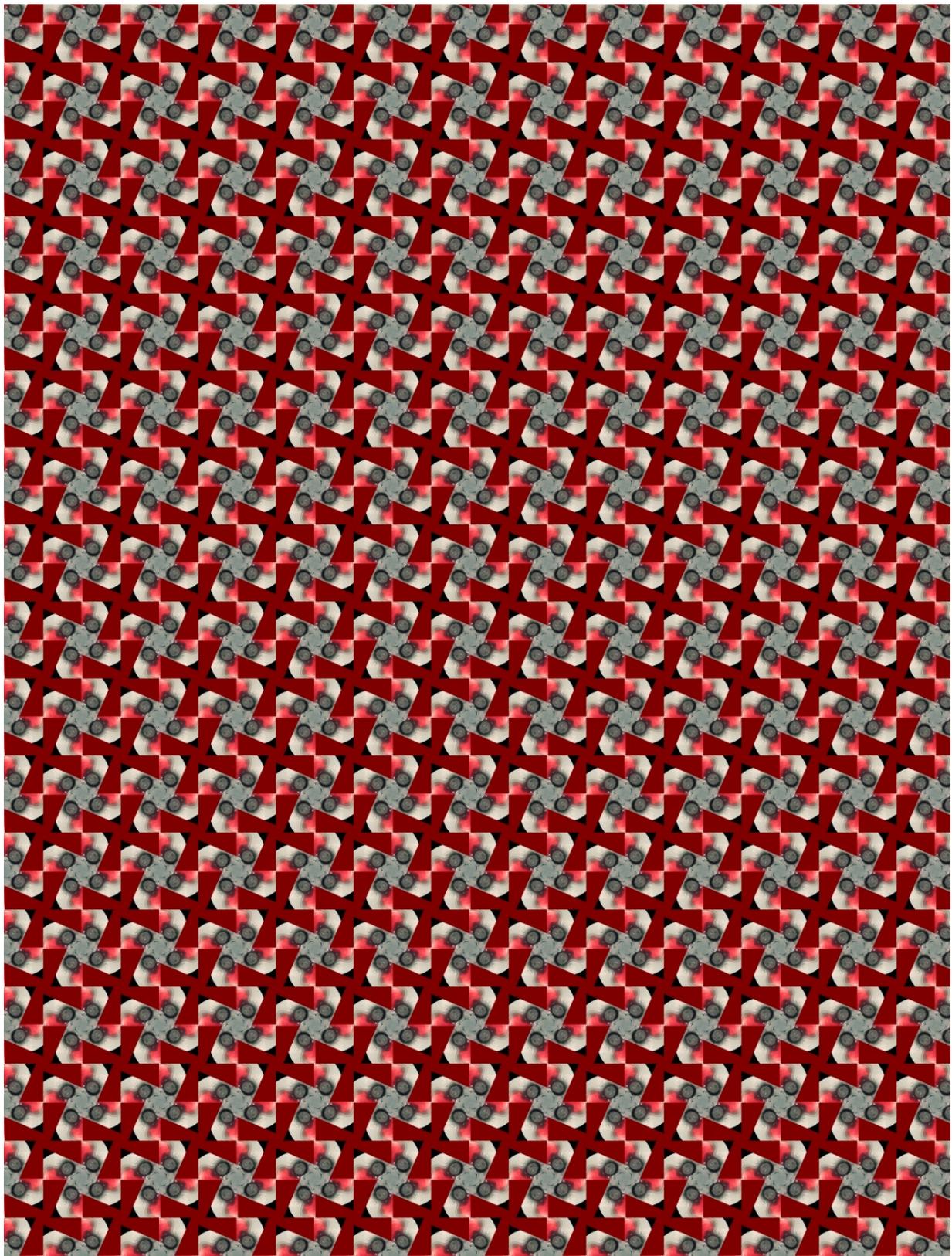


Figura 35 – Padrão p4, GeCl₄, nascimento do NaCl, construído a partir da mesma fotomicrografia que foi usada na Fig.34, mas escolhendo uma outra parte da foto como motivo. Reação fotografada à lupa estereoscópica, Fig.33, em baixo à esquerda (ampliação da fotomicrografia 10x).

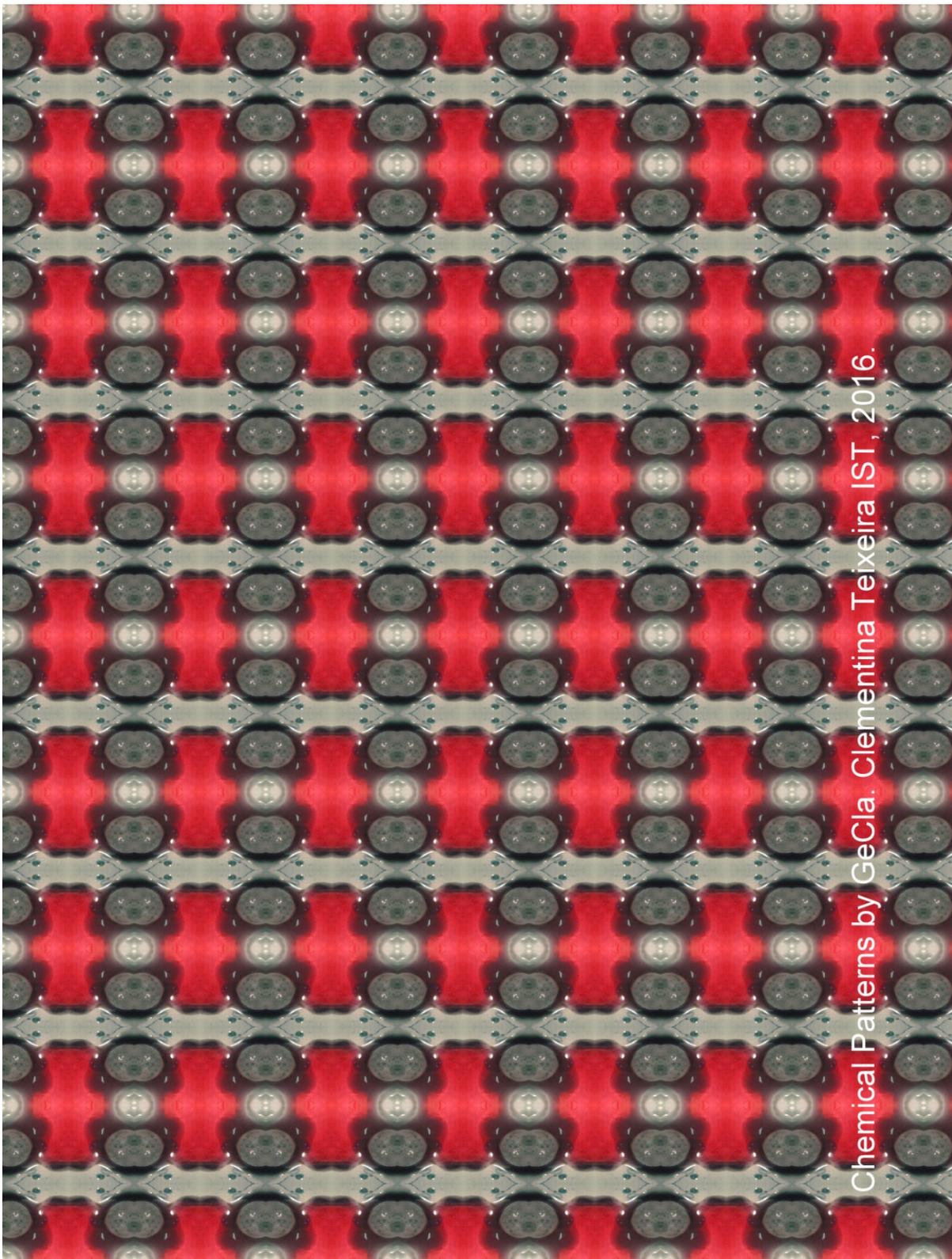


Figura 36 – Padrão pmm, GeCl₄, nascimento do NaCl, construído a partir da mesma fotomicrografia que foi usada na Fig.34, mas escolhendo uma outra parte da foto como motivo. Reação fotografada à lupa estereoscópica, Fig.33, em baixo à esquerda (ampliação da fotomicrografia 10x).

Neste Capítulo não se faz a classificação destes padrões, nem tão pouco se indica o sector da fotomicrografia que foi usado como motivo para gerar o padrão. De facto, o entusiasmo ao ver os resultados foi tão grande que nem foram tomadas notas explicativas sobre o processo de obtenção de cada caso. Essa demonstração será feita numa outra publicação com exemplos de botânica (dentes de leão e flores silvestres) e sais de ferricianeto de potássio, cuja obtenção foi mais cuidadosa. Em 2017, durante uma workshop realizada no IST durante o IV Encontro da Casa das Ciências foram apresentados mais padrões reunidos em gifs e shows de Power Point, associados à Arte de Poen de Wijs e de Jantina Peperkamp. Alguns dos exemplos foram posteriormente disponibilizados em Congressos, vide, Figs. 11,14,15. Este tipo de projecto é uma clara demonstração em como a divulgação colaborativa de Ciência (Química, Geologia, Matemática) se poderá tornar muito mais proveitosa incluindo também a ligação à Arte. Nas figuras que se seguem, os padrões, rosáceas e friso foram construídos com o mesmo programa utilizando a fotomicrografia da Fig.32, em baixo, à direita.

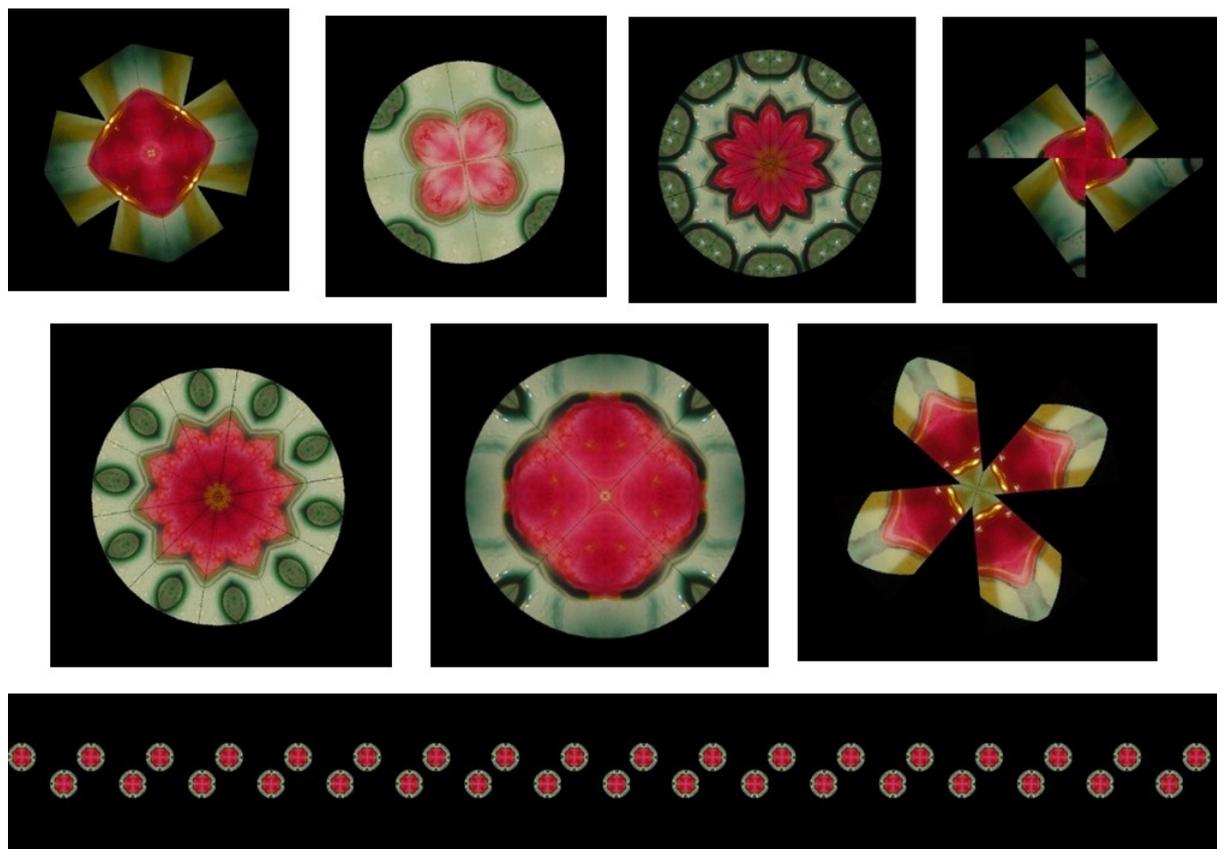


Figura 37 – Rosáceas e um friso construído a partir de uma delas com o programa GeCla, este último também apresentado em congresso, Fig. 11. Não esquecer de que se trata de geração de cores por reação química observada à lupa estereoscópica, 10x, nas mesmas condições das Figs. 34-36, para a reação $\text{HCl} + \text{NaOH}$. A fotomicrografia de onde saíram os motivos está na Fig. 32, em baixo, à direita. A mesma reação, portanto, mas uma outra fotomicrografia.

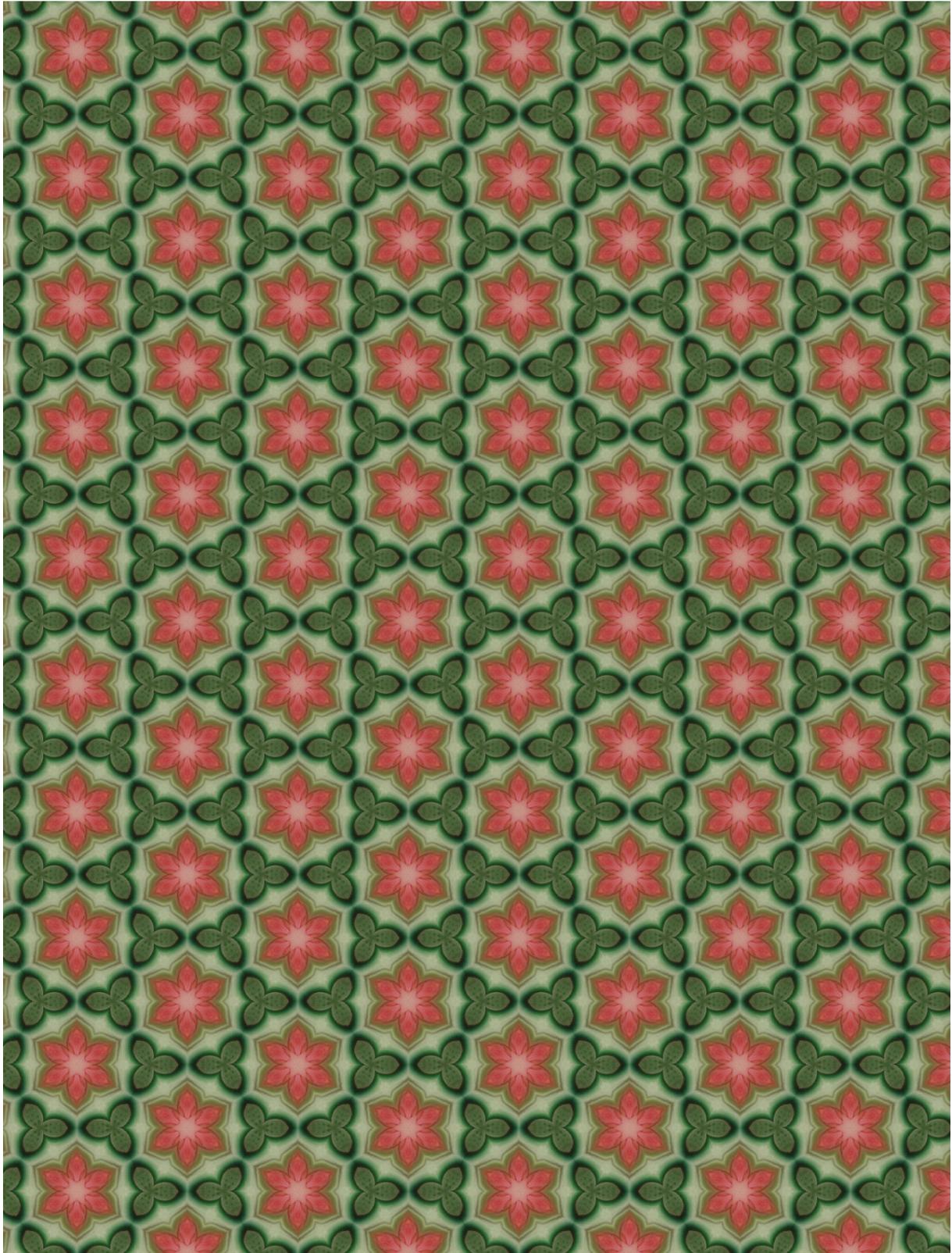
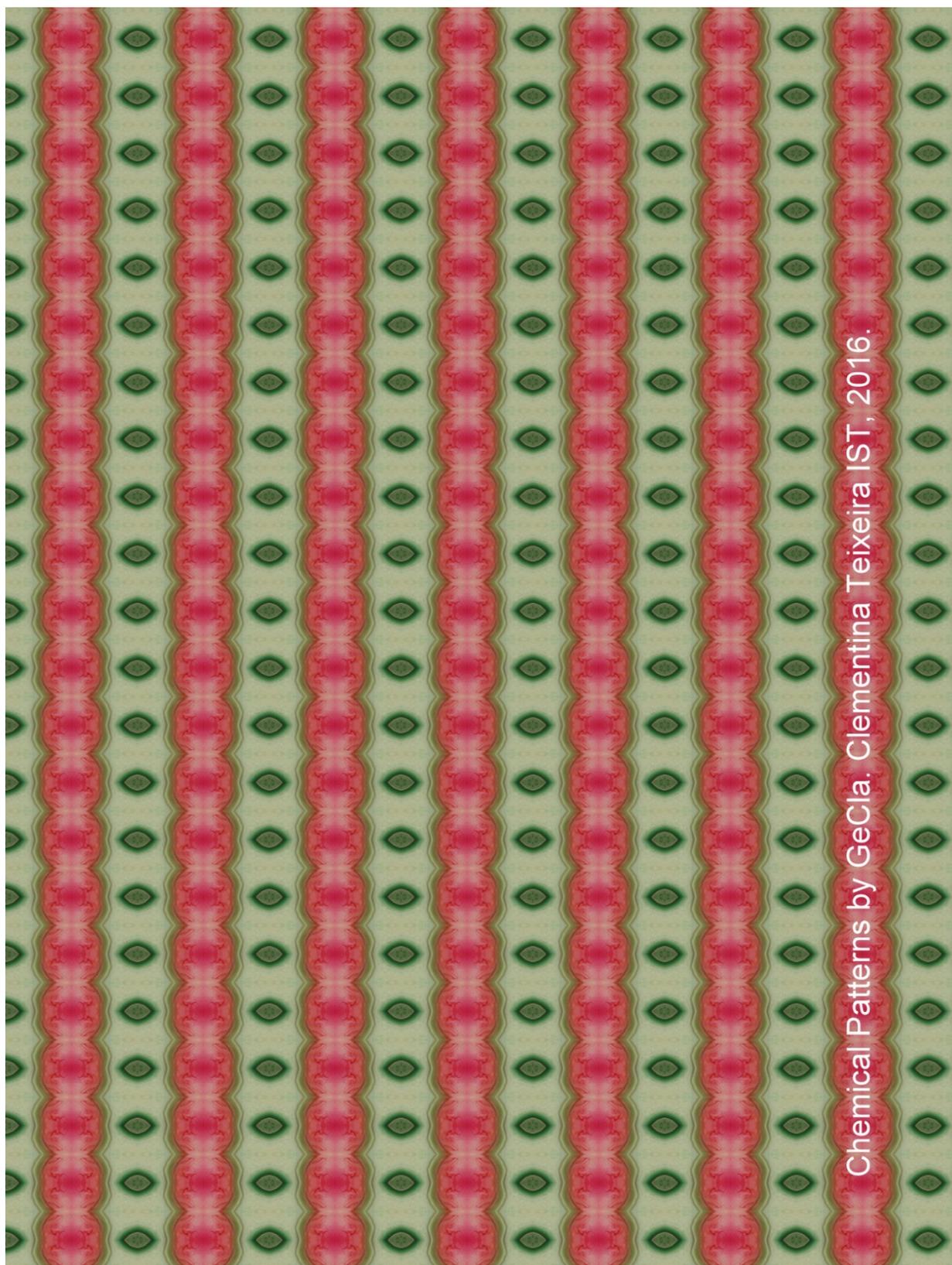


Figura 38 – Padrão p6m, GeCl₄, nascimento do NaCl, construído a partir da mesma fotomicrografia que foi usada na Fig.37, mas escolhendo uma outra parte da foto como motivo. Reação fotografada à lupa estereoscópica, Fig.32, em baixo à direita (ampliação da fotomicrografia 10x).



Chemical Patterns by GeCl₄. Clementina Teixeira IST, 2016.

Figura 39 – Padrão pmm, GeCl₄, nascimento do NaCl, construído a partir da mesma fotomicrografia que foi usada nas Figs.37, 38, mas escolhendo uma outra parte da fotomicrografia como motivo. Reação fotografada à lupa estereoscópica, Fig.32, em baixo à direita (ampliação da fotomicrografia 10x).



Figura 40 – Padrão pmm, GeCl₄, nascimento do NaCl, construído a partir da mesma fotomicrografia que foi usada nas Figs.37-39, mas escolhendo uma outra parte da fotomicrografia como motivo. Reação fotografada à lupa estereoscópica, Fig.32, em baixo à direita (ampliação da fotomicrografia 10x).

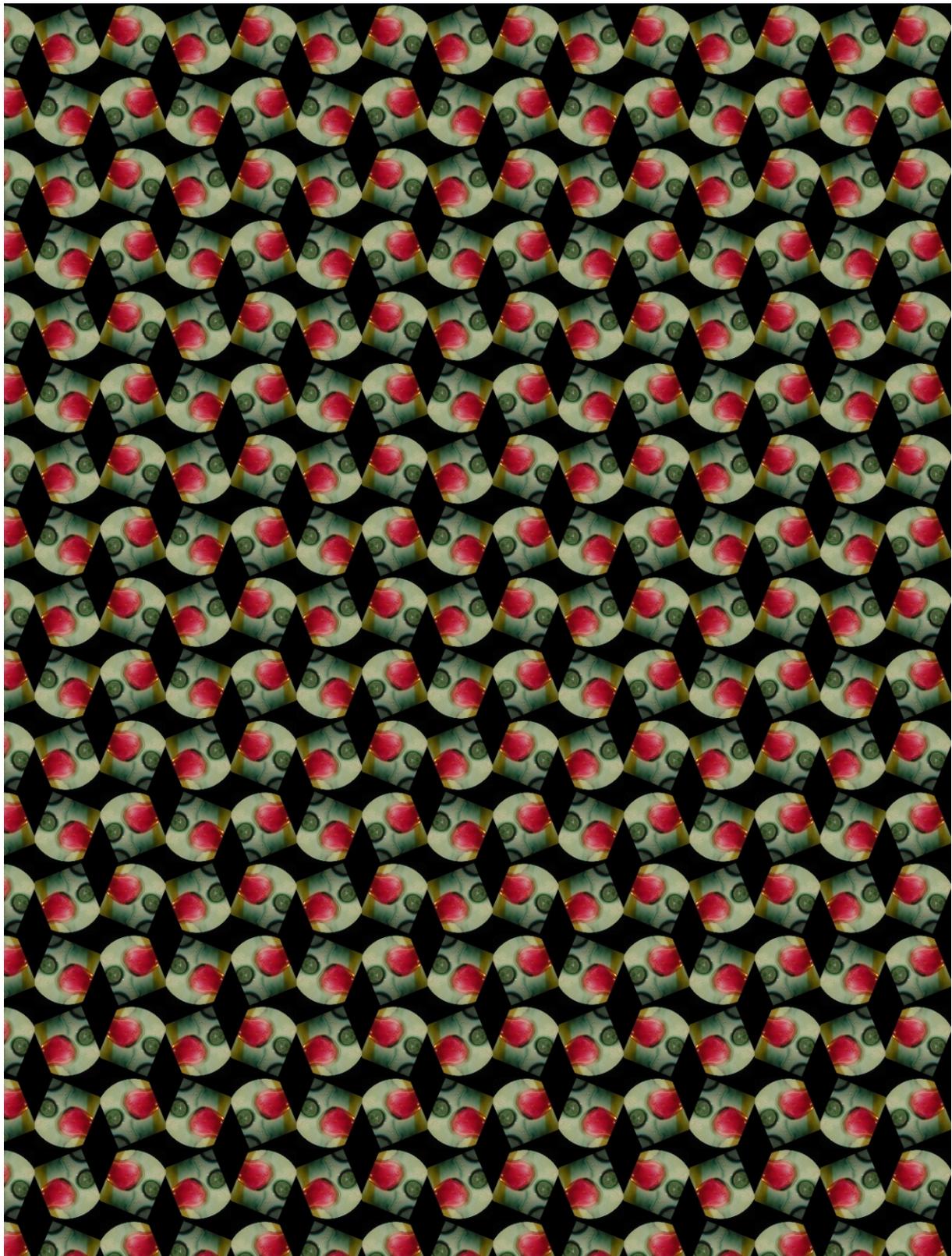


Figura 41 – Padrão GeCl₄, nascimento do NaCl, construído a partir da mesma fotomicrografia que foi usada nas Figs.37-40, mas escolhendo como motivo a fotomicrografia completa, que se pode observar na Fig.32, em baixo, à direita (ampliação 10x).

Fecha-se este capítulo, com mais alguns exemplos de fichas dedicadas ao Hidrogénio, à semelhança do que foi feito na Fig. 29, utilizando a Tabela Periódica de Keith Enevoldsen.




H \odot \star 1
Hydrogen

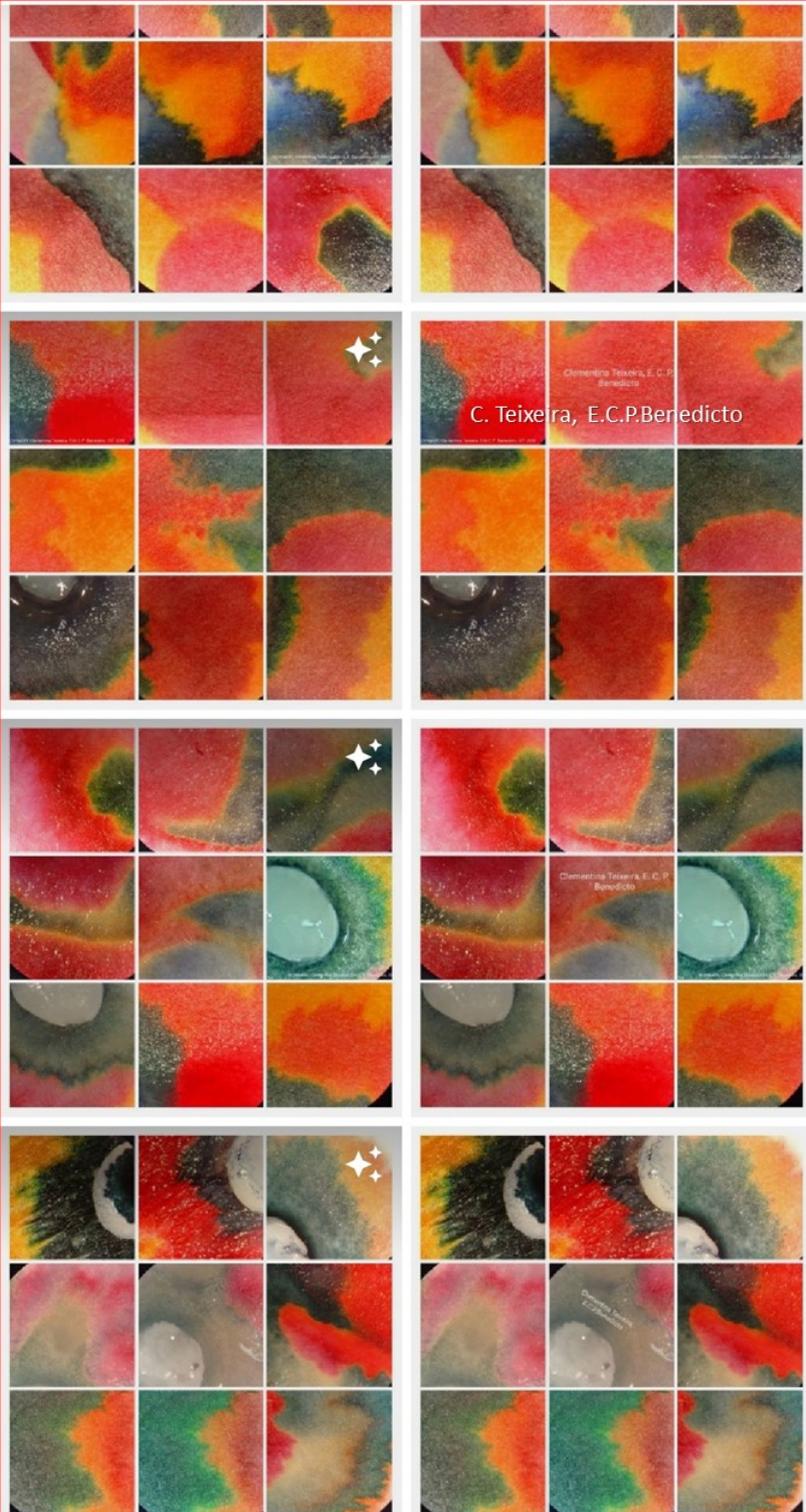


Sun and Stars

H Hydrogen 1
explosive gas,
lightest element;
90% of atoms in
the universe,
sun and stars,
water (H₂O),
life's organic
molecules

elements.wlonk.com

Lupa estereoscópica, 20x, papel de filtro



É o Protão o Responsável por Esta Situação IYPT 2019

Figura 42 – Reação HCl (aq) +NaOH (c) com indicador universal de pH, lupa estereoscópica 20x [59, 60].

H ☁️ 🧑 1
Hydrogen



Keith Enevoldsen
Sun and Stars
elements.wlonk.com

H Hydrogen 1
explosive gas,
lightest element;
90% of atoms in
the universe,
sun and stars,
water (H₂O),
life's organic
molecules

elements.wlonk.com

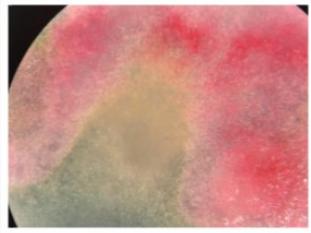
HCl (aq) + NaOH (c)
Lupa estereoscópica, 20x
Papel de filtro, Indicador
Universal de pH

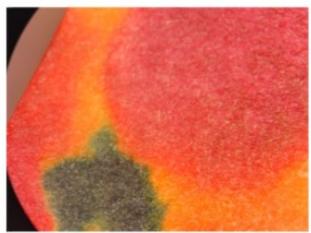
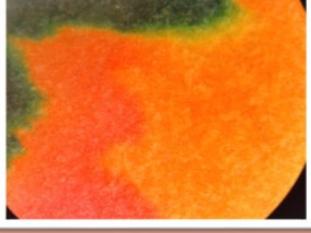


H ☁️ 🧑 1
Hydrogen



Sun and Stars
elements.wlonk.com



Clementina Teixeira, Erik C. P. Benedicto, Fotomicrografias

**Clementina Teixeira
IYPT2019
Ano Internacional da
Tabela Periódica 2019.**




**O Salto do Protão H⁺ (aq)
entre um ácido e uma base**

H ☁️ 🧑 1
Hydrogen



Keith Enevoldsen
Sun and Stars
elements.wlonk.com

H Hydrogen 1
explosive gas,
lightest element;
90% of atoms in
the universe,
sun and stars,
water (H₂O),
life's organic
molecules

elements.wlonk.com



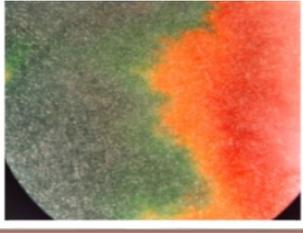
H ☁️ 🧑 1
Hydrogen



Sun and Stars
elements.wlonk.com







Clementina Teixeira, Erik C. P. Benedicto, Fotomicrografias

**Clementina Teixeira
IYPT2019
Ano Internacional da
Tabela Periódica 2019.**




**O Salto do Protão H⁺ (aq)
entre um ácido e uma base**

Um protão errante, saltando de um ácido HCl (aq) para uma base NaOH(c), em "cama" de papel de filtro, "temperado" com umas gotas de indicador universal de pH, e observado à lupa estereoscópica, com ampliação de 20x. Das minhas aulas de laboratório, de Microscopia Química. Fotomicrografias, E.C.P.Benedicto (aluno Erasmus IST 2009).

Figura 43 – Exemplo de duas fichas divulgadas no Ano Internacional da Tabela Periódica 2019 para o Hidrogénio, H⁺(aq), responsável pela acidez das soluções e em reação com NaOH (c), pastilha, em presença de indicador universal de pH (concentrado). Estas reacções foram fotografadas à lupa estereoscópica feitas sobre papel de

filtro e em caixa de Petri [59,60]. As fichas da Tabela Periódica de Keith Enevoldsen juntaram-se às imagens, neste caso para o hidrogénio, o elemento mais importante neste caso, dado que a sua concentração vai ter influência na cor do indicador.



Figura 44 – A divulgação na rede social Facebook na forma de Histórias tem um aspecto gráfico agradável e dá informação sobre os seguidores mais assíduos. A outra grande vantagem do FB é poder saber o alcance e a estatística de cada publicação [59,60].

Agradecimentos

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

Bibliografia e Notas

[1] – 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, Março 2020, p.2-26. DOI: [10.13140/RG.2.2.24508.05769](https://doi.org/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

- [2] – 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, Fevereiro 2020, p127-180. DOI: [10.13140/RG.2.2.20543.05287](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20543.05287)
<https://www.researchgate.net/publication/340606494> Cristais em 3D e Exposicao/stats
- [3] – 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.
<https://www.researchgate.net/publication/331233915> Clementina Teixeira Quimica e Arte Sugestoes para o Ano Internacional da Tabela Periodica 2019 Livro dos Laboratorios Abertos 2019 eds MAlem os C Gomes de Azevedo D Simao Departamento de Engenharia Qui
- [4] – Clementina Teixeira, Manuel Francisco Costa Pereira, [Semana da Ciência e da Tecnologia 2018, Ciência Viva, Centro de Química Estrutural do Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa](#), 21-23 de Novembro 2018 (com a colaboração de Museu Alfredo Bensaúde, Museu Décio Thadeu e Departamento de Engenharia Química). DOI: [10.13140/RG.2.2.10410.88004](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10410.88004).
<https://www.researchgate.net/publication/330202205> Semana da Ciencia e da Tecnologia 2018 Ciencia a Viva no Centro de Quimica Estrutural do Instituto Superior Tecnico Universidade de Lisboa
- [5] – [Clementina Teixeira](#), Chemical Patterns At Facebook.com, Stereomicroscope, 2019.

Sulfato de cobre pentahidratado

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3546479385392915/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3534193923288128/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3573034042737449/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3611395572234629/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3741892125851639/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10156560426857714&set=a.414522922713&type=3&theater>

<https://www.instagram.com/p/B7QnESHgadP/>

https://www.instagram.com/p/B7Ld_60gPxf/

https://www.instagram.com/p/B6dRsb_gFcy/

<https://www.instagram.com/p/B8SKsF1gGkJ/>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/videos/736710843523636/>

Sulfato de amónio com corante amarelo-sol

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3546479875392866/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3546479758726211/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.554198304621053/3192826640758193/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/videos/200377181195044/>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/videos/181198033299221/>

Cristais dendríticos de prata, reação de nitrato de prata com barra de cobre

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3546479632059557/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/4250596474981199/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/4250596561647857/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/4250596398314540/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/4250596308314549/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10155631150872714&set=a.414522922713&type=3&theater>

Limpa-pratas

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3547843211923199/?type=3&theater>

Química do Chumbo

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3547615151946005/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3547615335279320/?type=3&theater>

[6] – Clementina Teixeira, Chemical Patterns At Facebook.com, Stereomicroscope, 2019/20.

Exemplo de padrões de acetato de cobre monohidratado.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3754432324597619/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3741889225851929/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3840123219361862/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3754433414597510/?type=3&theater>

<https://www.instagram.com/p/B7tXiaMgP5e/>

<https://www.instagram.com/p/B9MNXZbgNHo/>

<https://www.instagram.com/p/B55hsNGgWcK/>

<https://www.instagram.com/p/B7rSMWUABQt/>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/videos/2728589277225071/>

[7] – Clementina Teixeira, Chemical Patterns At Facebook.com, Stereomicroscope, 2019/20.

Exemplo de outros padrões de cloreto de cobalto hexahidratado

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/747038325337049/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/3932051750169008/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/3920449137995936/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/3938234022884114/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/3938234156217434/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/570209753019908/?type=3&theater>

- <https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/570209753019908/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/861533550554192/?type=3&theater>
<https://www.instagram.com/p/CCBtstVgZSc/>
- [8] – Padrões de **ferricianeto de potássio/ácido tartárico**:
https://www.instagram.com/p/B_7i6H7gMQn/
<https://www.pinterest.pt/pin/322218548344001184/>
- [9] – Padrões de **permanganato de potássio**
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/569941726380044/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/3919777114729805/?type=3&theater>
<https://www.instagram.com/p/CCBs9mugleo/>
<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10156878697652714&set=a.414522922713&type=3>
- [10] – Padrões de **reações de ácido-base com indicador universal de pH**
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/351862883484463/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3518628998177954/?type=3&theater>
- [11] – Padrões de caixas de Petri: <https://www.instagram.com/p/CCB084jAh6E/>
- [12] – Padrões de **alúmen de cromo**, https://www.instagram.com/p/B_FL8NIAgat/
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/570436082997275/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3923780644329452/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3923780717662778/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3923780577662792/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3923780474329469/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3923780374329479/?type=3&theater>
- [13] – Padrões de **soluções sólidas de alúmen de cromo e de alúmen de potássio**,
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3765711543469697/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3649931361714383/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3709203749120477/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3764027183638133/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3765711896802995/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3649931341714385/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3840356259338558/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/videos/1151138601945038/>

- [14] – Clementina Teixeira, Os Cristais no Ensino e Divulgação da Química, Colóquio Ciências, Fundação Calouste Gulbenkian, 25, 20-36 (2000).
- [15] – Dava Newman, palestra proferida no lançamento do Livro “Mulheres na Ciência” no Pavilhão do Conhecimento em 2019, <https://www.publico.pt/2019/03/07/ciencia/noticia/ha-novo-livro-mulheres-ciencia-homenagear-cientistas-portuguesas-1864512>, acessado 28/6/2020.
- [16] – 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.
https://www.researchgate.net/publication/266175081_Artesaos_do_Sculo_XXI_Artesanato_observado_ao_microscpio
- [17] – 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
- [18] – Clementina Teixeira, sobre o apoio aos Clubes Ciência Viva na Escola. Imagens retiradas da página do Facebook, quando decorria o Ano Internacional da Tabela Periódica, após várias sessões de consulta sobre a ligação da Tabela Periódica ao projeto de Ciência e Arte:
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/2795588090482052/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/2795588047148723/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/864970323543848/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2423901500984048/2423907964316735/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2423901500984048/2423907544316777/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.573003209407229/3881949918512525/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2764236500283878/2762529123787949/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/2582525821788281/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/675309619176587/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/588847771156106/?type=3&theater>
- [19] – Clementina Teixeira, Semana da Ciência e da Tecnologia 2019, Ciência Viva, Visita guiada a módulos expositivos, “Cristais On the Rocks e divulgação da ciência com ligação à arte”, 28,29 de Novembro de 2019.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2764236500283878/2746119808762214/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2764236500283878/2746119308762264/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2764236500283878/2746119208762274/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2764236500283878/2746119035428958/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/634222663285283/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2157909830916551/2157911010916433/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.552864001421150/3433948393312682/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.962424180465128/4402940599746785/?type=3&theater> (link na página da Ciência Viva ligada ao evento):
<https://www.cienciaviva.pt/semanact/edicao2019/eventos.asp>
https://www.cienciaviva.pt/semanact/edicao2019/eventos.asp?acao=showlisteventosdia&dia=29-11-2019&id_distrito=12

[20] – Clementina Teixeira, A Rede Cristalina: 26 Anos de divulgação da ciência dos cristais, Semana da Ciência e da Tecnologia 2019, palestra e mostra de material didático, a convite do Serviço Educativo dos Museus do IST. Museu de Civil, 26 de Novembro 2019. Curadoria de Natália Rocha.

<https://tecnico.ulisboa.pt/pt/eventos/semana-da-ciencia-e-da-tecnologia-2019/>
http://www.cienciaviva.pt/semanact/edicao2019/eventos.asp?acao=listeventosentidade&id_entidade=66828
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/3434068253300696/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/3741892822518236/?type=3&theater>

[21] – 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_em_Quimica_Apresentacao_de_Projeto_Livro_de_Resumos_p7576_VI_Encontro_Internacional_da_Casa_das_Ciencias_10-12_de_Julho_de_2019_FCUL_Lisboa

[22] – 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>

Ver exposições anteriores:

Clementina Teixeira, Exposição “Nó Cego”, Associação Malcata com Futuro, Malcata, Sabugal, curadoria de José Escada da Costa, 22 de Dezembro de 2018-25 de Janeiro de 2019. (Trabalhos em trapilho para reutilização de têxteis, simetrias no plano, matemática, Química Têxtil, Educação Visual, Educação Criativa). DOI: 10.13140/RG.2.2.36102.32324

https://www.researchgate.net/publication/335890236_Exposicao_No_Cego_Malcata

Clementina Teixeira, Workshop, Nó Cego, Quantos Nós? Associação Malcata com Futuro, Malcata, Sabugal, curadoria de José Escada da Costa, 12 de Janeiro de 2019.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1907332722640931/2617326098308253/?type=3&theater>

Clementina Teixeira, Exposição Nó Cego, Agrupamento de Escolas de Ribeiro Sanches, Penamacor, Maio-Julho 2019 (Antonieta Salgueiro, Carolina Ramos, Maria Filomena Pires). Dinamização a 14/6/2019, Programa Cientificamente Provável.

https://www.researchgate.net/publication/335724541_Exposicao_No_Cego_Penamacor#fullTextFileContent

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1907332722640931/2964136316960561/?type=3&theater>

[23] – 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. DOI: 10.13140/RG.2.2.18898.04800. https://www.researchgate.net/publication/326395751_Ciencia_e_Arte_Simetrias.

[24] – Clementina Teixeira, “Observação de artefactos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Cristais metálicos: prata e ligas metálicas”, Capítulo 4, 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, Junho de 2020, p1-28. DOI: [10.13140/RG.2.2.31116.54401](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31116.54401) https://www.researchgate.net/publication/342004685_Observacao_de_artefactos_de_ourivesaria_a_lupa_estereoscopica_Cristais_metalicos_prata_e_ligas_metalicas_Capitulo_4_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Clementina_Teixeira#fullTextFileContent

[25] – Clementina Teixeira, Hermínio Diogo, Gonçalo Santos, American Corner, IST, Futurália 2015.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.936114576429422/936114666429413/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.936114576429422/936114933096053/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.936114576429422/936114783096068/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.936114576429422/936114843096062/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.936114576429422/936114893096057/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.936114576429422/936114863096060/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.936114576429422/936114943096052/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.936114576429422/936114806429399/?type=3&theater>

[26] – Clementina Teixeira, “Cristais, Arte e Tabela Periódica”, 12 de Junho 2019, Agrupamento de Escolas Joaquim Inácio Cruz de Sobral, Sobral de Monte Agraço. Curadoria de Paula Maria, Palestra e Exposição, 10º ano, Ciências e Economia (23 alunos).

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.962424180465128/2951359138238279/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2195127627194771/2951359234904936/?type=3&theater>

[27] – Clementina Teixeira, Artesãos do Século XXI, Microscopia Química, Fotomicrografias de reações à lupa estereoscópica, alguns exemplos, vide ref. 16

https://www.researchgate.net/publication/278157834_ISTMicrofashion2010-8

https://www.researchgate.net/publication/278157567_ISTMicrofashion2010-7

https://www.researchgate.net/publication/278157198_ISTMicrofashion2010-6

https://www.researchgate.net/publication/277956093_ISTMicrofashion2010-2

- [28] – Clementina Teixeira, Rede Cristalina: 26 anos de divulgação da Ciência dos Cristais com ligação à Arte, Palestra e Exposição, a convite da Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém, 14 de Janeiro (Palestra), 14-29 de Janeiro de 2020, Exposição. Curadoria de Paula Maria.
- [29] – Clementina Teixeira, apresentação do projecto de cristais, microscopia química e padrões decorativos em JORNADAS DE PARCERIAS CONSTRUIR ESPAÇOS DE COLABORAÇÃO, Ciência Viva, Clubes Ciência Viva na Escola, Centro Ciência Viva de Estremoz, Centro Ciência Viva do Lousal, Estremoz, 1 de Março de 2019.
- [30] – 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?showFulltext=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
- [31] – 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
- [32] – Clementina Teixeira, Reações do Magnésio com água, em presença de fenolftaleína, fotomicrografias da reação, lupa estereoscópica. A apresentação do padrão será feita noutra publicação, dedicada a reações redox.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/2972845589422967/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/580804791960404/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/588847771156106/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/588847761156107/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10155836477342714&set=a.10151055669692714&type=3&theater>
<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10155646564317714&set=a.414522922713&type=3&theater>
- [33] – Clementina Teixeira, cloreto de cobalto hexahidratado, padrões feitos a partir de fotomicrografias do sal à lupa estereoscópica. Vários exemplos de padrões químicos feitos em PowerPoint. Os dois padrões citados no texto serão incluídos noutra capítulo, dedicado aos compostos de cobalto.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/561082377265979/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/1309838929056983/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/561082397265977/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/747038325337049/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/2121205437920324/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.735987596442122/3932051750169008/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/570209753019908/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/843451662362381/?type=3&theater>

- [34] – Clementina Teixeira, acetato de cobalto tetrahidratado, algumas fotomicrografias e padrões feitos a partir delas (lupa estereoscópica). Padrões de simetria gerados no GeCl₄, Atrator. Ligação à Arte de Poen de Wijs e à de Jantina Peperkamp, padrões a condizer com a pintura, quer pela harmonia das cores, quer pelo seu significado.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/557254000982150/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3066708903369968/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/2929903343717192/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/557254064315477/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/567516166622600/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/557253980982152/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1328516613855881/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134361194107/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1328516610522548/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134571194086/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1328516620522547/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134567860753/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134504527426/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134297860780/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134267860783/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134684527408/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134731194070/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/1255134654527411/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3035111813196344/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3072191942821664/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3074540302586828/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3055713684469490/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/2756616261045902/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3035111966529662/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.568659676508249/3138866426154215/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3066708253370033/?type=3&theater>

[35] – Clementina Teixeira, padrões decorativos a partir de fotomicrografias de dentes de leão, ligação à Arte de Poen de Wijs e Jantina Peperkamp.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/2258314054209461/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1256503557723854/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1258393687534841/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1341713499202859/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1341713479202861/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1341713619202847/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1263025813738295/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/965343680173178/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/965429453497934/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2232775436763323/1263926256981584/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3066708270036698/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.3025101317530727/3066708290036696/?type=3&theater>

[36] – Clementina Teixeira, padrões decorativos feitos a partir de fotomicrografias de flores silvestres: papoilas, capuchinhas, etc. Actividades inseridas no projecto Artesãos do Século XXI, “O microscópio vai ao campo”.

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.773509789356569/1192017374172473/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.773509789356569/1192017274172483/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.773509789356569/1192017470839130/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.773509789356569/1191076260933251/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.773509789356569/1191076277599916/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.773509789356569/4185041824869998/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.773509789356569/1291483280892548/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.773509789356569/1291483284225881/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.773509789356569/1291483427559200/?type=3&theater>
[https://www.researchgate.net/publication/306572362_Nasturtium_ppsx_\(gif\)](https://www.researchgate.net/publication/306572362_Nasturtium_ppsx_(gif))

- [37] – Clementina Teixeira, NasturtiumPoendeWijs, colaboração com o pintor holandês Poen de Wijs (a título póstumo), Junho de 2016. DOI: [10.13140/RG.2.2.16347.16161](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16347.16161)
https://www.researchgate.net/publication/306572362_Nasturtium#fullTextFileContent ppsx, slide show
- [38] – 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
- [39] – Clementina Teixeira, “Observação de objetos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Zircónias”, Cap.2, 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, Março 2020, p1-19. DOI: [10.13140/RG.2.2.31520.40966](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31520.40966)
https://www.researchgate.net/publication/341878673_Observacao_de_objectos_de_ourivesaria_a_lupa_e_stereoscopica_Zirconias_Capitulo_2_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Clementina_Teixeira_Centro_de_Quimica_Estrutural_e
- [40] – Clementina Teixeira, “Observação de artefactos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Cristais metálicos: ouro, prata, cobre e ligas metálicas”, Cap.3, 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, Maio 2020, p1-15. DOI: [10.13140/RG.2.2.28717.92640](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28717.92640)
https://www.researchgate.net/publication/341942420_Observacao_de_artefactos_de_ourivesaria_a_lupa_estereoscopica_Cristais_metalicos_ouro_prata_cobre_e_ligas_metalicas_Capitulo_3_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Cleme
- [41] – Clementina Teixeira, “Observação de artefactos de ourivesaria à lupa estereoscópica. Cristais metálicos: prata e ligas metálicas”, Capítulo 4, 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, Junho de 2020, p1-28. DOI: [10.13140/RG.2.2.31116.54401](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31116.54401)
https://www.researchgate.net/publication/342004685_Observacao_de_artefactos_de_ourivesaria_a_lupa_estereoscopica_Cristais_metalicos_prata_e_ligas_metalicas_Capitulo_4_em_Cristais_Quimicos_Observacao_a_Lupa_Estereoscopica_Exposicoes_ed_Clementina_Teixeira#fullTextFileContent
- [42] – Clementina Teixeira, projecto de máscaras feitas por simetria de reflexão e fotomanipulação a partir da observação à lupa estereoscópica para obter a fotomicrografia. Ligação à Arte de Poen de Wijs e Jantina Peperkamp.
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/601146626592887/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/3751966134844238/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/601146983259518/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/3747729945267857/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.596390543735162/3747730055267846/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/574221485952068/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/574221479285402/?type=3&theater>

- [43] – Tabela Periódica de Keith Enevoldsen, traduzida para Português do Brasil por Luis Brudna:
<https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-com-aplicacoes-dos-elementos-quimicos/?fbclid=IwAR23pkbNdj5IcWDd6QWW2sUfH0qfGzDnGOdVHenYA-l0iuvG6Q16jMyUwQ0>
- [44] – Vários exemplos de fotomanipulação com regras de simetria simples para construir padrões constam de um álbum na rede social Facebook, no Instagram, incluindo pequenos vídeos. Consultar também as referências anteriores, nesta publicação, com muitos exemplos.
- Vídeos
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/videos/654693881748116/?v=654693881748116>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/videos/622861084971809/>
- Álbum geral com padrões decorativos:
https://www.facebook.com/pg/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=568659676508249
- Exemplos
<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10156495889452714&set=a.414522922713&type=3&theater>
<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10156530517947714&set=a.414522922713&type=3>
<https://www.instagram.com/p/B9AeyD3g-8T/>
- [45] – Clementina Teixeira, “Encontro com o Cientista-Cristais”, Escola Ciência Viva, Pavilhão do Conhecimento, 31 de Maio de 2019, com Alexandra Souza e Carla Sofia Rocha.
http://escola.cienciaviva.pt/Actividades/2018_19/Investigador/ClementinaTeixeira.asp, acessado 20/7/20.
https://www.facebook.com/pg/profClementinaTeixeira/photos/?tab=album&album_id=2952981321409394
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2952981321409394/2972586266115566/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2952981321409394/2972586229448903/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2952981321409394/2972586259448900/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2952981321409394/2972585992782260/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2952981321409394/2972585946115598/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2952981321409394/3190471867660337/?type=3&theater>
- [46] – Clementina Teixeira, Erik Ceshini Panighel Benedicto, The Hidden Beauty of Chemical Reactions, Beautiful Chemical Reactions under the Stereomicroscope. Pgs1-30, Novembro 2014. DOI: 10.13140/2.1.4483.2961.
https://www.researchgate.net/publication/268214168_The_Hidden_Beauty_of_Chemical_Reactions_Beautiful_Chemical_Reactions_under_the_Stereomicroscope
- [47] – Clementina Teixeira, “Mandeí Vir os Ácidos, as Bases e os Sais: Aplicações da Microscopia Química”, Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, 107, 41-45, 2007.
https://www.researchgate.net/publication/268521712_Mandeí_Vir_os_Acidos_as_Bases_e_os_Sais_Aplicacoes_da_Microscopia_Quimica_Boletim_da_Sociedade_Portuguesa_de_Quimica_107_41-45_2007
- [48] – Clementina Teixeira, Erik Ceschini Panighel Benedicto, Hermínio Pires Diogo, **Microscopia Química_Uma Revolução Cultural: Arte, Ensino e Divulgação da Química**. Comunicação oral. I Encontro Internacional da Casa das Ciências, Escola Secundária D. Dinis, Lisboa, 21 e 22 de Março de 2013.
https://www.researchgate.net/publication/279514267_Clementina_Teixeira_Erik_Ceschini_Panighel_Benedicto_Hermnio_Pires_Diogo_Microscopia_Quimica_Uma_Revoluo_Cultural_Arte_Ensino_e_Divulgao_da_Q

- [umica. Comunicao oral. I Encontro Internacional da Casa das Cincias Escola Secundria D. Dinis Lisboa 21 e 22 de Maro de 2013](https://www.researchgate.net/publication/279198053)
<https://www.researchgate.net/publication/279198053> MicroscopiaQuimica2010
- [49] – Clementina Teixeira, Helena M.G.S. M Trigo Teixeira, Rui P.G.Vareda, M.V. Barrôgo Linhas, Jacob Christian Poen de Wijs, “Crystals, Microscopy and the Art of Poen de Wijs, Copper Sulphate(II) pentahydrate “On the Rocks”, 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/325662139> Clementina Teixeira Poen de Wijs Copper Sulphate#fullTextFileContent
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.768165109891037/799658506741697/?type=3&theater>
- [50] – Página do Facebook, Química Analítica Qualitativa Inorgânica UFRJ,
<https://www.facebook.com/QualitativaInorgUfrj/>
<https://www.facebook.com/QualitativaInorgUfrj/photos/a.876079932421080/3106848372677547/?type=3&theater>, acessado 1/8/2020.
- [51] – 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
- [52] – Autor desconhecido.
- [53] – Clementina Teixeira, “Microscopia Química e Cristais: Uma revolução Cultural Em Curso”, Poster CP 224, XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 11-13 de Junho de 2008. DOI: 10.13140/RG.2.1.4195.2808
<https://www.researchgate.net/publication/274736601> Microscopia Qumica e Cristais Uma revoluo Cultural Em Curso Poster CP 224 11-13 de Junho de 2008
- [54] – Clementina Teixeira, **Crystal Growth and Chemical Microscopy-Perspectives on the development of new didactical materials**, “Innovation days”, 4^{as} Jornadas de Inovação 2009, Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, Feira Internacional de Lisboa, 20 de Junho 2009. DOI:10.13140/RG.2.1.4636.8802
<http://www.yumpu.com/pt/document/view/9685971/microscopia-quimica-e-crecimento-de-cristais-innovation-days>
<https://www.researchgate.net/publication/274718482> Clementina Teixeira Crystal Growth and Chemical Microscopy-
[Perspectives on the development of new didactical materials Innovation days 4as Jornadas de Inovao 2009 Agncia Nacional para a Cultura Cientfica e Tecnolgica 20 de Junho 2009](https://www.researchgate.net/publication/274718482)
- [55] – Clementina Teixeira, Gonçalo Santos, Jacob Christian Poen de Wijs (a título póstumo), “Soprar: das bolas de sabão aos moinhos de vento. Um projecto 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

- [56] – Inês Madaleno, Paula Castelhana, Clementina Teixeira, CIÊNCIA E ARTE, Comunicação em Poster, I Encontro Internacional da Casa das Ciências, Escola Secundária D. Dinis, Lisboa, 21 e 22 de Março de 2013.
https://www.researchgate.net/publication/280014635_Ins_Madaleno_Paula_Castelhana_Clementina_Teixeira_CIENCIA_E_ARTE_Comunicacao_em_Poster_I_Encontro_Internacional_da_Casa_das_Ciencias_Escola_Secundaria_D._Dinis_Lisboa_21_e_22_de_Março_de_2013#share
- [57] – Frederico Sodré Borges, “Uma viagem cristalográfica: do cristal físico ao cristal matemático”, plenária do II Encontro Internacional da Casa das Ciências, ISEP, 15 de Julho de 2014.
<https://www.youtube.com/watch?v=Z-B5E4xSDz0&feature=youtu.be>
- [58] – Ana Cristina Oliveira, Exposição de Simetria no III Encontro Internacional da Casa das Ciências, ISEP, Julho de 2016, <https://www.casadasciencias.org/3encontrointernacional/wkb2.php>
 Programa: <http://www.atractor.pt/mat/GeCl/>.
- [59] – Clementina Teixeira, Maria Conceição Oliveira, Erik Ceschini Panighel Benedicto, **Microscopia Química: a beleza escondida das reações químicas**, comunicação oral EAQ-CO-04, XXII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Parque de Exposições de Braga, Universidade do Minho, 3-6 de Julho de 2011.
 DOI: 10.13140/RG.2.1.4850.5762.
https://www.researchgate.net/publication/279911141_MicroscopiaQuimica_2011
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/860190254021855/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/860190107355203/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/2816264611747733/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/998732943500918/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/2815656311808563/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.571065916267625/2815656108475250/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/2815656205141907/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/2815683065139221/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1009268459114033/2815656021808592/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.2764236500283878/2510482388992625/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.768165109891037/799658543408360/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/1270397243001152/?type=3&theater>
- [60] – Clementina Teixeira, Gonçalo Santos, Erik Ceschini P. Benedicto, Microscopia Química: uma abordagem mediática da Química Inorgânica, comunicação em poster, III Encontro Internacional da Casa das Ciências, ISEP, Porto, 11-13 de Julho 2016.
https://www.researchgate.net/publication/305992850_MICROSCOPIA_QUIMICA_UMA_ABORDAGEM_MEDIATICA_DA_QUIMICA_INORGANICA
https://www.researchgate.net/publication/305992666_microscopiaquimicacasadasciencias
https://www.researchgate.net/publication/306328095_Microscopiaquimica2016
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/1244717472235796/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/574856582555225/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/1270396843001192/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/1270397213001155/?type=3&theater>

<https://www.facebook.com/profClementinaTeixeira/photos/a.1243864185654458/1281544138553129/?type=3&theater>