O MUNDO QUE NÃO SABEMOS VER

UM GUIA PARA COMPREENDER TUDO O QUE (NÃO) VEMOS



TÍTULO: O Mundo Que Não Sabemos Ver:
SUBTÍTULO: Um guia para compreender tudo o que (não) vemos
AUTORIA: Amílcar Duque Prata | João Afonso Santos

EDIÇÃO E COMPOSIÇÃO: Amílcar Duque Prata
REVISÃO: Pedro Caridade
DESIGN E ILUSTRAÇÕES: 97 Creative Works

IMPRESSÃO: Bookmundo
1ª EDIÇÃO: outubro, 2025
2ª EDIÇÃO: outubro, 2026
ISBN: 978-940-3843-52-0

EMAIL: adp@uc.pt | joaosantos@qui.uc.pt
INSTAGRAM: @amilcarnaquimica | @joao.afonso.santos
LINKEDIN: @amilcarduqueprata | @joão-afonsosantos

O MUNDO QUE NÃO SABEMOS VER

UM GUIA PARA COMPREENDER TUDO O QUE (NÃO) VEMOS

AMÍLCAR DUQUE PRATA

JOÃO AFONSO SANTOS

Munido dos seus cinco sentidos,
o Homem explora o universo à sua volta e chama a essa aventura Ciência.

Edwin Hubble



Amílcar Duque Prata nasceu em Coimbra, em novembro de 1997. Está a concluir o Doutoramento em Química na Universidade de Coimbra (UC). Desde cedo que a ciência e o modo como as coisas funcionam lhe despertavam curiosidade. Durante o ensino secundário, a participação num curso extracurricular de Química e em dois estágios de verão no Departamento de Química da UC foram fatores fundamentais para a decisão de ingressar ali para a sua formação superior. É Licenciado e Mestre em Química, e realiza trabalho de investigação na área da Fotoquímica Experimental e Teórica desde 2016. Em 2022-2023 foi doutorando visitante na École Polytechnique Fédérale de Lausanne, na Suíça. É autor de vários artigos científicos especializados em publicações internacionais e dinamiza a rubrica "Tudo É Ciência", na Rádio Regional do Centro. Foi presidente da Associação Nacional de Estudantes de Química e da Molecular JE, onde teve oportunidade de participar e promover várias iniciativas de comunicação de ciência. O desejo de partilhar as maravilhas que se escondem nos fenómenos mais banais do dia a dia foi a motivação para a escrita deste livro.



João Afonso Santos nasceu em Coimbra, em agosto de 1997. É doutorando em Química Médica na Universidade de Coimbra desde 2022. Alimentado pelos eventos científicos com que teve oportunidade de contactar durante o ensino básico, o seu interesse pela ciência foi-se desenvolvendo durante o ensino secundário, através da participação em olimpíadas e eventos de cariz competitivo, bem como de feiras organizadas pela Universidade de Coimbra na escola secundária que frequentou, e que o conduziram ao Departamento de Química da UC, para continuar a sua formação. Licenciou-se em Química Medicinal em 2018, ano em que teve a oportunidade de iniciar trabalho de investigação na área da Química Orgânica, e concluiu o Mestrado em Química Avançada e Industrial em 2020. Ao longo do seu percurso académico, colaborou como investigador bolseiro em diversos grupos de investigação, desenvolvendo trabalho multidisciplinar nas áreas de desenvolvimento de fármacos e novos materiais, experiências que o conduziram ao início do seu doutoramento. Desde 2024, desempenha o cargo de presidente da Molecular JE, associação dedicada à divulgação, desmistificação e valorização da Ciência. É neste contexto que surge este livro, fruto da sua experiência e da vontade de revelar a ciência presente nos fenómenos do quotidiano, que muitas vezes tomamos como garantidos.

ÍNDICE

	PREFÁCIO	1
1.	DESCOBRINDO O QUE NÃO VEMOS	7
2.	OS BLOCOS INVISÍVEIS DO UNIVERSO	17
3.	O MAPA (NADA) SECRETO DA MATÉRIA	27
4.	JUNTOS SOMOS MAIS FORTES	41
5.	CONSTRUINDO O UNIVERSO	57
6.	UM UNIVERSO EM TRANSFORMAÇÃO	73
7.	ENTRE O AZEDO E O ESCORREGADIO	85
8.	DAR E RECEBER	97
9.	O MOTOR DO UNIVERSO	107
10.	O INVISÍVEL QUE SUSTENTA A VIDA	119
11.	MATERIAIS QUE MUDARAM O MUNDO	129
12.	A CIÊNCIA DA SUSTENTABILIDADE	139
13.	DEMASIADO PEQUENO PARA IGNORAR	151
14.	SOMOS MESMO PÓ DE ESTRELAS?	157
15.	OS LABORATÓRIOS DO FUTURO	167
16.	MAIS PERTO DO QUE NÃO VEMOS	177
	AGRADECIMENTOS	181
	LEITURAS RECOMENDADAS	189
	GLOSSÁRIO	191

PREFÁCIO

Há palavras que, com o tempo, ganham um peso que não merecem. "Químicos" é uma delas. Num anúncio, *sem químicos* surge como selo de pureza; numa conversa apressada, *tem químicos* é quase sinónimo de perigo; num debate sobre ambiente, *os químicos* aparecem como os culpados de serviço. E, no entanto, que estranho equívoco: como se fosse possível viver *sem química*; como se pudéssemos expulsar da casa comum do mundo aquilo de que a própria casa é feita.

O Mundo Que Não Sabemos Ver convida-nos, com rara clareza e brilho, a repor a palavra no lugar certo: tudo é química, e isso é uma excelente notícia. Não apenas porque a química explica o que vemos e, sobretudo, o que não vemos, mas porque nos dá ferramentas para cuidar melhor do que amamos: a vida, a saúde, o ambiente, o futuro. Os autores, Amílcar Duque Prata e João Afonso Santos, escrevem com a serenidade de quem mede antes de julgar e observa antes de decretar. Mostram, capítulo após capítulo, que *químico* é tanto o nome de um ser humano movido por curiosidade e responsabilidade,

como a designação de uma substância que, em contexto e dose certos, faz parte do tecido da vida.

Talvez o mais difícil neste diálogo com o público seja desmontar a falsa alternativa entre *natural* e *químico*, como se a natureza fosse um museu sem reações e a química, uma fábrica sem natureza. A verdade é mais simples (e mais bonita): a água que bebemos, o ar que respiramos, as emoções que sentimos, a luz que as estrelas emitem, o pão que leveda, o ferro que enferruja, o café que nos desperta, a banana "radioativa" que nos diverte, tudo é química, e a maior parte do tempo decorre com uma elegância silenciosa que nos escapa à atenção. Os autores lembram-nos isso com exemplos do quotidiano que, depois de lidos, já não conseguimos "desver": o brilho de uma chama, a gota perfeita sobre a folha, a tensão superficial que sustém um inseto, a "ponte de hidrogénio" que faz o gelo flutuar, e, com isso, protege a vida sob o gelo. Quando percebemos estes gestos invisíveis do mundo, crescemos em gratidão e perdemos o medo.

A má fama de químicos nasce, em parte, de uma confusão entre perigo e risco. O perigo é a capacidade intrínseca de causar dano; o risco é o que realmente acontece no mundo, quando juntamos dose, exposição e contexto. Até a água, substância "natural" por excelência, pode ser perigosa em excesso. O sal de cozinha resulta da união de dois elementos que, isolados, seriam impróprios; juntos, são o tempero do dia-a-dia. O cloro, que associado ao gás de guerra nos assusta, é também o que nos protege na água tratada. A química, no seu núcleo, é esta arte de ajustar quantidades e circunstâncias para transformar

perigos potenciais em benefícios reais. Não há aqui ingenuidade: há método, medição e prudência.

Quando a linguagem popular cola a "químicos" a "coisa má", perde-se o essencial: químicos também são pessoas. Gente que passa as noites com dados, as manhãs com experiências, os dias a falhar com segurança para que nós possamos acertar com confiança. Gente que sabe que a vida real não tem laboratório estéril e, por isso, projeta margens de segurança, validações independentes, reprodutibilidade. Gente que aprendeu, com Lavoisier, que "nada se perde, nada se cria, tudo se transforma", e por isso olha para um problema como a oportunidade de transformar melhor. A "química verde", as rotas catalíticas mais limpas, os materiais recicláveis, os sensores que detetam poluentes em quantidades muito pequenas, as baterias mais seguras, ou as vias para reaproveitar CO_2. Tudo isto são respostas químicas a desafios humanos, e ambientais, muito concretos.

Importa também recuperar um sentido de escala e de humildade. O livro percorre as camadas do invisível. Do átomo ao material, da ligação à reação. Ao fazê-lo, treina-nos o olhar para perceber o que está a acontecer quando parece que "nada acontece". O átomo não é ideologia; é estrutura. A ligação não é opinião; é geometria e são eletrões. A reação não é retórica; é balanço de massa, transferência de energia e conservação de carga. Esta gramática do real não empobrece o mundo; torna-o mais legível. E, ao torná-lo legível, torna-o mais governável.

A outra face do equívoco público é a ideia de que "os químicos", agora as pessoas, são cúmplices de tudo o que correu mal. Convém recordar: os avanços que prolongaram e melhoraram a nossa vida têm assinatura química. A água potável segura. As vacinas e os fármacos essenciais. Os fertilizantes que evitaram fomes cíclicas. Os polímeros que democratizaram bens, a par dos desafios que agora enfrentamos com responsabilidade (microplásticos, resíduos, entre outros). A energia armazenada em baterias que liberta as cidades de fumo. A fotocatálise que promete transformar luz em química útil. A química não é o problema; é a caixa de ferramentas com que tratamos problemas, incluindo os que a própria modernidade criou.

Os autores evitam a dicotomia fácil: não romantizam, nem desresponsabilizam. Mostram-nos que tudo é compromisso. Compromisso entre eficiência e segurança, entre custo e acesso, entre inovação e precaução. E convidam-nos a passar de consumidores passivos de slogans ("sem químicos!", "100% natural!") a leitores ativos do mundo. Quem entende pH lê melhor uma garrafa. Quem distingue ácido de base percebe o antiácido. Quem sabe o que é redox compreende a ferrugem e a bateria. Quem se lembra de que a dose importa relativiza alarmismos e exige dados. Esta literacia é libertadora: devolve-nos autonomia no quotidiano e maturidade nos debates coletivos.

Talvez a mais bela conquista deste livro seja fazer pontes. Entre a física e a biologia, quando nos fala de eletrões e de enzimas; entre laboratório e cozinha, quando transforma uma receita numa pequena aula de termodinâmica; entre céu e solo, quando lê nas riscas de um

espectro a assinatura de elementos numa estrela distante e, logo depois, nos recorda que "somos pó de estrelas", não como metáfora poética apenas, mas como realidade química que nos irmana com o universo. Essa ponte também é ética: conhecer para cuidar. Quando percebemos, por dentro, como a água congela e porque é que o gelo flutua, protegemos lagos e estuários com outra reverência. Quando entendemos porque é que o CO_2 retém calor, já não discutimos o clima com slogans, mas com responsabilidade e soluções.

Quero, por isso, aproveitar estas páginas para reabilitar a palavra. "Químicos" não é uma etiqueta preguiçosa que cola maldade a uma garrafa. "Químicos" são as mulheres e os homens que fazem perguntas curiosas e aceitam respostas difíceis. "Químicos" são também as moléculas de que somos feitos, os materiais que nos servem, os processos que nos mantêm saudáveis, alimentados e ligados. "Químicos" é a linguagem do invisível que sustém a vida visível. Se, ao fechar este livro, nos sairmos com menos medo das palavras e mais desejo de compreender as coisas, os autores terão cumprido a sua missão.

Num tempo em que a desinformação circula depressa, precisamos de ciência que circule com beleza. Esta obra consegue-o. Explica sem simplificar em excesso; encanta sem perder rigor; liga a curiosidade de uma criança à exigência de um laboratório; leva-nos do fósforo riscado à estrela distante, do suor na pele ao polímero no bolso, do azedo do limão ao escorregadio do sabão. E lembra-nos, com humildade e ambição, que conhecimento é uma forma de cuidado.

Ao leitor, deixo um convite e um desafio. O convite: leia devagar, experimente olhar a sua casa com os "óculos" que este livro oferece; cada torneira, cada chama, cada panela, cada ecrã tem, agora, uma história para contar. O desafio: da próxima vez que ouvir "isto tem químicos", sorria e responda com serenidade: "ainda bem". E depois explique porquê! Reconciliar-nos com a química é reconciliar-nos com o mundo. E com o melhor de nós: a capacidade de transformar sem destruir, de medir antes de agir, de cuidar com conhecimento. Esse é o trabalho invisível que sustenta a vida. Esse é o trabalho, belo e fundamental, dos químicos.

Pedro Caridade
Investigador Auxiliar DQ-FCTUC e IMS

1

DESCOBRINDO O QUE NÃO VEMOS

É bem provável que não te recordes de quando percebeste, pela primeira vez, que a química existe. Talvez tenha sido quando viste o fogo de uma lareira, acendeste uma vela ou riscaste um fósforo. Talvez quando o chocolate em pó se dissolveu no leite, ou quando sentiste o cheiro da terra molhada depois da chuva. Quem sabe, terá sido no momento em que provaste um limão e fizeste uma careta… ou até quando te sentiste feliz, sem razão aparente. Tudo isso é química. E o mais curioso? A maior parte das vezes passa despercebida, mesmo para quem a tem como profissão.

Provavelmente já ouviste dizer que a química está em todo o lado. É verdade. Mesmo nos chamados produtos naturais, sem aditivos nem químicos. A química está lá, mesmo que não nos apercebamos disso. Respiras oxigénio e libertas dióxido de carbono, o mesmo gás que vemos nas bolhinhas dos refrigerantes. Quando vês algo a arder, raramente pensas que aquilo só acontece porque há oxigénio e combustível. E nem falemos da alquimia do dia a dia… a cozinha! A

carne muda de cor, a massa e o arroz aumentam de volume, os ovos ganham formas diferentes, o pão cresce no forno e um simples raminho de coentros pode transformar uma refeição, ou arruiná-la, com sabor a detergente! E não, não foi por trocares o frasco do azeite com o do líquido da loiça, embora este também use a química para juntar água e gordura, que normalmente se odeiam. Até as tuas emoções, aquilo que faz de nós mais humanos, são pura química. Quando rimos, choramos ou ficamos nervosos, moléculas como a dopamina, serotonina e adrenalina entram em ação. São elas que regulam o humor, a motivação e até a resposta ao medo. A cada batida do coração, a cada sorriso, a química está lá, silenciosa, mas poderosa.

A química não é apenas uma disciplina que temos na escola (e que mete medo a muitos). É a linguagem secreta que escreve as entrelinhas da vida. E quando a começamos a compreender, é como se víssemos o mundo com outros olhos, mais atentos, mais curiosos e sempre mais maravilhados. Se a Física estuda as regras do jogo, como os movimentos, as forças, os campos elétricos e magnéticos, e a biologia se dedica à vida, desde as pequenas células até aos gigantescos ecossistemas, a química vai ao coração de tudo: o que acontece quando as coisas se tocam, se ligam, se transformam ou se desfazem.

Um biólogo talvez te fascine ao falar do DNA, esse código encriptado que guarda as instruções da vida. Mas o que muitas vezes não te diz é que o DNA é feito de átomos organizados com extrema precisão: carbono, hidrogénio, oxigénio, nitrogénio e fósforo, unidos por ligações químicas meticulosamente posicionadas. É a sequência das unidades estruturais que formam o DNA (adenina, timina, citosina e