

ELÍSIO MANUEL DE SOUSA COSTA

Professor Auxiliar (2º Grupo de Disciplinas de Ciências Biológicas), em regime de contrato em funções públicas,
por tempo indeterminado, da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DA SAÚDE E DOS CUIDADOS

SUMÁRIO PORMENORIZADO DA LIÇÃO
PROVAS DE AGREGAÇÃO

3ª aula da unidade curricular “Saúde Digital”

Porto, janeiro 2024

Sumário pormenorizado da lição, elaborado nos termos do Decreto-Lei nº 239/2007, publicado no Diário da República, nº116 (I Série) de 19 de junho de 2007, alterado pelo decreto-lei 64/2023 de 31 de julho, no âmbito das provas de agregação do 2º grupo de disciplinas de Ciências Biológicas da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto. O tema desta lição “Transformação digital da saúde e dos cuidados” faz parte dos conteúdos da Unidade Curricular *InovPed* em “Saúde Digital”.

Conteúdo

1-	Resumo	5
	Objetivos	5
	Conteúdos	5
2-	Introdução	6
3-	Alterações demográficas e desafios para a saúde e cuidados.....	8
4-	Prioridades para a transformação digital da saúde e dos cuidados	11
5-	Estado atual do processo de digitalização em diferentes regiões.....	13
6-	Exemplos de tecnologia de saúde digital	14
7-	Algumas tendências na saúde digital	16
8-	Notas finais.....	18
9-	Referências bibliográficas.....	20

1- Resumo

Aula nº 3 – Transformação digital da saúde e dos cuidados

Objetivos

- Relacionar as mudanças demográficas com a transformação digital na saúde;
- Entender como este processo influencia o design e desenvolvimento de produtos e serviços;
- Apreender o estado atual do processo de digitalização na saúde e respetivos desafios;
- Compreender a diversidade e complexidade da população mais sénior e as implicações no desenvolvimento de tecnologia relacionada com saúde digital.

Conteúdos

- Alterações demográficas e desafios para a saúde e os cuidados;
- Prioridades para a transformação digital da saúde e dos cuidados;
- Estado atual do processo de digitalização em diferentes regiões;
- Exemplos de tecnologias da saúde digital;
- Algumas tendências na saúde digital.

2- Introdução

A era contemporânea testemunhou uma revolução inigualável na integração de tecnologias digitais nos mais diversos setores, com a saúde emergindo como um domínio crítico e transformador. A "Transformação Digital da Saúde e dos Cuidados" representa uma mudança paradigmática na forma como concebemos, disponibilizamos e acedemos aos serviços de saúde (Zhang et al., 2013; Brommeyer et al., 2023). À medida que a tecnologia desempenha um papel cada vez mais proeminente na otimização de processos, personalização de cuidados e na promoção de uma saúde mais participativa, é imperativo compreendermos as complexidades inerentes a essa revolução e considerarmos as suas implicações para o futuro do bem-estar global (Junaid et al., 2022; Paul et al., 2023; Stoumpos et al., 2023).

Desde os primórdios da medicina, onde diagnósticos eram feitos com base em observações clínicas e tratamentos eram limitados pelos conhecimentos disponíveis, até aos avanços do século XX, com a descoberta de antibióticos e vacinas, a Saúde sempre esteve em constante transformação. Não obstante, a virada do século trouxe consigo uma revolução impulsionada pela digitalização (Tulchinsky et al., 2014).

A transformação digital da saúde e dos cuidados assenta sobre três pilares fundamentais: a digitalização de dados clínicos, o desenvolvimento de tecnologias avançadas em saúde e a implementação de plataformas de saúde conectadas (Paul et al., 2023).

A digitalização de dados possibilita o armazenamento, análise e partilha eficiente de informações clínicas, melhorando a tomada de decisões e a coordenação entre profissionais de saúde.

Simultaneamente, tecnologias inovadoras em saúde, como inteligência artificial (IA), telemedicina e dispositivos de monitorização remota, estão a reinventar a prestação de cuidados, tornando-os mais acessíveis e personalizados (Bajwa et al., 2021). Com o surgimento de plataformas de saúde conectadas, pacientes, profissionais de saúde e dados clínicos são integrados, criando ecossistemas interativos que promovem uma abordagem mais holística e preventiva (MacMahon et al., 2023).

A transformação digital não redefine apenas os processos na área da saúde, mas também aprimora a qualidade dos cuidados prestados. A introdução de sistemas de registros eletrônicos de saúde, por exemplo, permite uma gestão mais eficiente das informações clínicas, reduzindo erros médicos e melhorando a coordenação entre diferentes profissionais. Algoritmos de *machine learning* aplicados à análise de grandes conjuntos de dados clínicos contribuem para diagnósticos mais rápidos e precisos, influenciando positivamente a eficácia dos tratamentos (Paul et al., 2023; Abernethy et al., 2022).

No entanto, esta revolução não está isenta de desafios. Questões relacionadas com a segurança e privacidade de dados tornam-se cada vez mais prementes, considerando a sensibilidade das informações de saúde. Além disso, a disparidade no acesso a tecnologias digitais pode criar iniquidades na qualidade dos cuidados prestados, marginalizando aqueles que não têm acesso a recursos tecnológicos. A resistência à adoção de novas tecnologias por parte de alguns profissionais de saúde e pacientes também representa um desafio significativo (Saeed et al., 2021).

Ao contemplarmos o futuro da saúde digital, é intrigante considerar o potencial da integração de tecnologias emergentes, como a *internet* das coisas, a realidade aumentada e a computação quântica. A interoperabilidade entre sistemas digitais de saúde, aliada a normas robustas de segurança e ética, poderá ampliar ainda mais as possibilidades de inovação (Dang et al., 2023).

À medida que nos aventuramos por esta era de transformação digital da saúde e dos cuidados, é imperativo abordar desafios, otimizar benefícios e trabalhar rumo a uma saúde digital integrada e equitativa. A colaboração entre setores público e privado, o desenvolvimento de políticas regulatórias abrangentes e o investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento são cruciais para garantir que a transformação digital não beneficie apenas alguns, mas promova o bem-estar de toda a sociedade. Esta aula propõe-se a analisar e refletir sobre as complexidades dessa jornada, oferecendo uma visão abrangente sobre a transformação digital da saúde e dos cuidados e suas implicações para o futuro destas áreas.

3- Alterações demográficas e desafios para a saúde e cuidados

A demografia global tem sido palco de transformações profundas nas últimas décadas, caracterizadas por uma notável mudança no perfil etário das populações (Fig. 1). Este fenómeno, conhecido como envelhecimento populacional, não apenas delinea os contornos demográficos, mas também se associa a um número significativo de desafios e oportunidades singulares para sociedades em todo o mundo (United Nations Development Programme, 2005).

Na discussão sobre o envelhecimento populacional, é essencial situar o fenómeno dentro de um contexto histórico mais amplo. O século XX foi marcado por avanços significativos em áreas cruciais, como saúde, educação e condições de vida. A Revolução Médica, o acesso generalizado à educação e melhorias nas condições sanitárias foram pilares que contribuíram para uma redução considerável nas taxas de mortalidade e, consequentemente, para um aumento na esperança de vida (Tulchinsky et al., 2014). Contudo, as conquistas que sinalizaram progresso desencadearam ainda outras mudanças demográficas substanciais. A queda nas taxas de natalidade (Fig. 2) emerge como um ponto central nesse cenário, impulsionada por uma confluência de fatores, incluindo transformações nos valores sociais e maior acesso à contraceção (Bachrach et al., 2013). Famílias, cada vez mais, fazem escolhas conscientes de limitar o número de filhos, refletindo mudanças nas dinâmicas familiares, carreiras profissionais e nas questões de género (Anderson et al., 2015, Nargund, 2009).

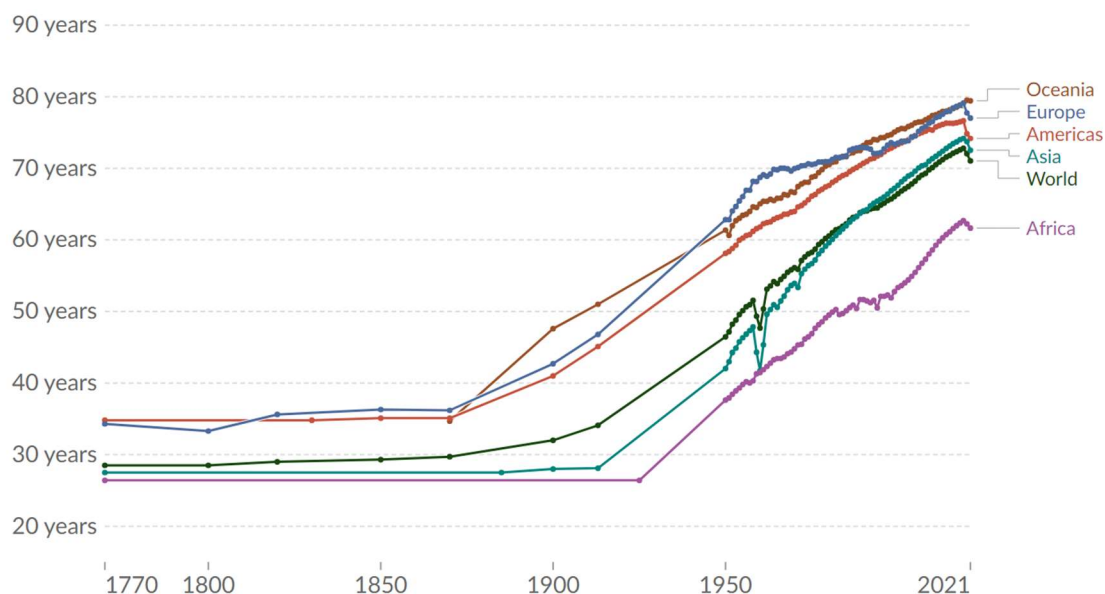


Fig. 1 – Esperança de vida a nível global e por regiões. Fonte: www.ourWorldInData.org/life-expectancy.

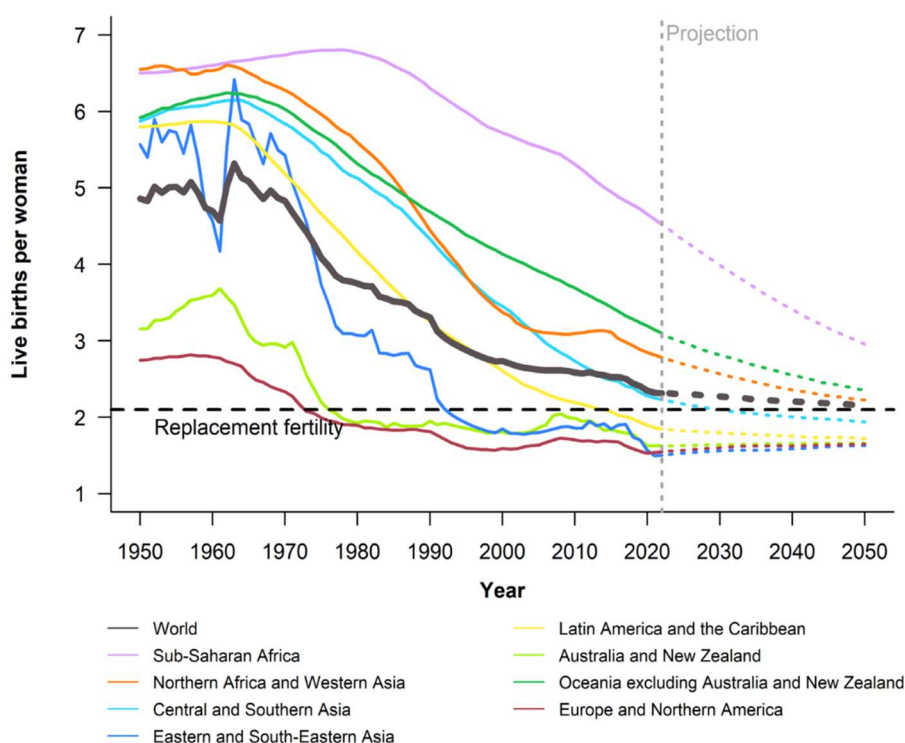


Fig. 2 –Taxa de fertilidade total: estimada, 1950-2021, e a média das projeções 2022-2050. Fonte: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.

A combinação desses fatores cria um cenário demográfico complexo, caracterizado por uma inversão na pirâmide etária tradicional (Fig. 3). À medida que as taxas de natalidade diminuem e a esperança de vida aumenta, observamos uma proporção crescente de idosos em relação à população total.

A transição demográfica em direção a uma população mais envelhecida traz consigo uma série de impactos sociais e económicos. O aumento da proporção de idosos redefine as dinâmicas familiares, com implicações significativas para a prestação de cuidados de saúde, previdência social e participação económica (Jarzebski et al., 2021). O conceito de pensão de velhice, inicialmente concebido em um contexto demográfico diferente, enfrenta desafios de adaptação.

Assim, esta evolução demográfica dos últimos anos é um fenómeno multifacetado que exige uma compreensão profunda e respostas adaptativas. À medida que enfrentamos os desafios sociais, económicos e de saúde decorrentes dessa transformação, é crucial adotar uma perspetiva proativa. O envelhecimento populacional não é apenas um ajuste nas estatísticas demográficas, mas sim uma chamada para repensar estruturas, políticas e práticas, promovendo um envelhecimento saudável, participativo e digno. A colaboração global, a inovação e o compromisso com o bem-estar de todas as gerações são essenciais para moldar um futuro sustentável diante desse novo panorama demográfico.

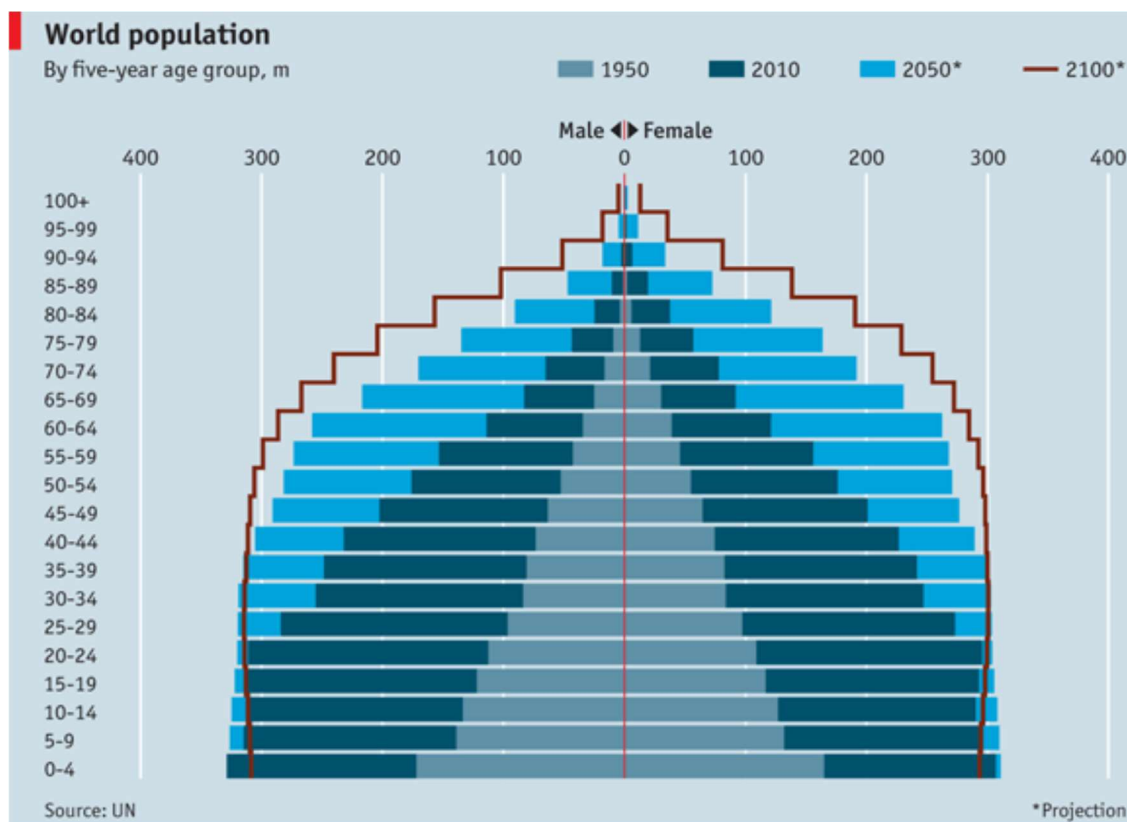


Fig. 3 - Evolução da população mundial por sexo e grupos etários. Fonte: The Economist - "The world in 2100"

4- Prioridades para a transformação digital da saúde e dos cuidados

A saúde digital emerge como uma revolução transformadora no panorama dos cuidados de saúde, introduzindo novos modelos que promovem a eficiência, a personalização e a acessibilidade (Wutz et al., 2023). Nesse cenário dinâmico, a interseção entre a tecnologia e os cuidados de saúde redefine a forma como os serviços são disponibilizados, contribuindo para uma abordagem mais proativa e centrada no paciente (Bousquet et al., 2023).

A evolução da saúde digital impulsiona a criação de novos modelos de cuidados que transcendem as limitações tradicionais (Wutz et al., 2023, Bousquet et al., 2023).

A telemedicina, por exemplo, torna-se uma peça central ao possibilitar consultas virtuais, monitorização remota e a disponibilização de cuidados à distância. Esse avanço não apenas elimina barreiras geográficas, facilitando o acesso a serviços de saúde, mas também otimiza a gestão de condições crónicas, permitindo intervenções rápidas e personalizadas (Mumtaz et al., 2023).

Outro exemplo é a utilização de dados de saúde eletrónicos, a qual desempenha um papel fundamental na promoção da continuidade e coordenação dos cuidados. Plataformas digitais centralizadas possibilitam a partilha eficiente de informações entre profissionais de saúde, proporcionando uma visão abrangente do histórico clínico do paciente. Isso não apenas reduz erros médicos, mas também capacita os profissionais a tomar decisões mais informadas e colaborativas. Os *wearables* e dispositivos de monitorização de saúde conectados são elementos-chave na ascensão dos modelos de cuidados preventivos e personalizados (Smuck et al., 2021, Pardos et al., 2023). Ao colher dados em tempo real sobre a atividade física, sinais vitais e padrões de sono, esses dispositivos oferecem uma visão detalhada da saúde do indivíduo. Os algoritmos inteligentes podem analisar essas informações, identificar padrões e alertar para potenciais problemas de saúde, permitindo intervenções antecipadas e personalizadas.

A implementação de inteligência artificial e *machine learning* (Yang et al., 2022) na saúde digital representa uma revolução na interpretação e previsão de resultados em saúde. Essas tecnologias podem analisar grandes conjuntos de dados, identificar padrões não óbvios e fornecer *insights* valiosos para apoiar diagnósticos e tratamentos mais precisos. A personalização dos cuidados de saúde com base nas características genéticas e no perfil de saúde individual é uma realidade em ascensão, permitindo abordagens terapêuticas mais eficazes e adaptadas a cada paciente.

No entanto, à medida que avançamos na era da saúde digital, é crucial abordar questões éticas, de segurança e de privacidade. Proteger os dados dos pacientes, garantir a conformidade regulatória e promover a alfabetização digital são elementos fundamentais para assegurar uma transição suave e segura para esses novos modelos de cuidados.

A saúde digital está a transformar radicalmente os modelos tradicionais de cuidados de saúde, impulsionando uma era de inovação e personalização. À medida que abraçamos essas mudanças, é essencial continuar a garantir que a tecnologia seja uma aliada na promoção da saúde e do bem-estar, capacitando pacientes e profissionais a alcançar melhores resultados de saúde em um mundo cada vez mais conectado.

5- Estado atual do processo de digitalização em diferentes regiões

Para os utentes, a digitalização dos cuidados representa uma oportunidade para monitorizarem e gerirem de forma autónoma a sua saúde (Manteghinejad et al., 2021). As tecnologias em saúde precisam do contributo dos pacientes, tornando-os essenciais no sucesso destas soluções. Para além disso, a capacitação dos cidadãos na autogestão da saúde e da doença tem várias vantagens para este no acesso aos cuidados (European Commission, 2018) e na adesão à terapêutica (Dang et al., 2020).

Para os profissionais de saúde, a transformação digital inclui benefícios no processo de tomada de decisão (Marques et al., 2020), liberta espaço e tempo na realização de tarefas rotineiras (Warraich et al., 2018) e melhora a triagem (Kapoor et al., 2020), bem como é um apoio na identificação de necessidades para o bem-estar dos próprios profissionais.

A digitalização apresenta oportunidades também para os serviços de saúde e para as instituições na poupança de custos (Jiang et al., 2019) e recursos com processos (Werutsky et al., 2021) e na criação de novos modelos de saúde (Swan, 2009).

No estudo de 2020 (Deloitte Centre for Health Solutions, 2020), "Digital transformation Shaping the future of European healthcare", conduzido pela Deloitte a 1.781 profissionais de saúde europeus, foram identificados entraves à implementação de tecnologias digitais. A burocracia é o primeiro e mais consensual desafio, identificado por 57,4% dos

inquiridos. O segundo maior desafio são os custos da tecnologia e, o terceiro, encontrar as tecnologias adequadas.

Em Portugal, por outro lado, 66,7% dos inquiridos respondeu “Burocracia no local de trabalho”, 62% “Encontrar as tecnologias certas” e, em terceiro, “Formar os trabalhadores na utilização das tecnologias”, com 44%.

De novo em relação ao contexto europeu, no mesmo panorama de avaliações sobre a implementação de soluções digitais, “lenta” foi a palavra mais referida para descrever o estado da digitalização nos países dos profissionais inquiridos. “Complexo” e “burocrático” foram também as palavras que, pela negativa, mais se destacaram. Os termos “rápida”, “inovativa” e “eficiente” foram os mais referidos dos que se destacaram pela positiva. Quando questionados sobre o nível de preparação das suas organizações para a adoção de tecnologias digitais, a maioria dos profissionais na Europa respondeu estarem “muito bem” ou “razoavelmente bem” preparadas.

Ainda neste relatório, é interessante analisarmos os dados relativos à utilização real das tecnologias digitais. A nível europeu, as tecnologias mais utilizadas são “Registos de saúde eletrónicos”, “Prescrições” e “Marcação de consultas online”. Portugal destaca-se por ser o país com a segunda menor utilização dos registos eletrónicos (74%), entre os inquiridos, superado apenas pela Itália com 69%. Por outro lado, é o país com a segunda maior utilização de prescrições eletrónicas (96%), com os Países Baixos a liderar esta tecnologia (97%). De facto, os Países Baixos lideram a utilização de quase todas as tecnologias mencionadas, com algumas exceções interessantes, como é o caso de “Acesso a ferramentas/plataformas online (para cuidados primários ou hospitalares)”, no qual Portugal é o primeiro, com 68% de respostas positivas.

6- Exemplos de tecnologia de saúde digital

Um dos exemplos de tecnologia de saúde digital bem implementada na prática clínica é o sistema *FreeStyle Libre 2* (<https://www.freestyle.abbott/us-en/home.html>). Este sistema de monitorização contínua da glicemia desenvolvido pela Abbott, é destinado a

peessoas com diabetes e permite a vigilância contínua dos níveis de glucose ao longo do dia sem a necessidade de picadas frequentes nos dedos. O sistema é composto por um sensor pequeno e discreto que é aplicado na pele e mede continuamente os níveis de glucose no fluido intersticial. Os dados são transmitidos sem fios para um leitor ou dispositivo compatível, permitindo ao utilizador visualizar instantaneamente as leituras de glucose, bem como informações sobre a tendência de glicemia ao longo do tempo.

Uma característica do *FreeStyle Libre 2* é a capacidade de alertar o utilizador quando os níveis de glucose estão fora da faixa desejada. Isto ajuda as pessoas com diabetes a tomar decisões informadas sobre a sua dieta, exercício e medicação para manter os valores glicémicos sob controlo.

Outro exemplo é a *Mask-air* (<https://www.mask-air.com/>), uma aplicação destinada a auxiliar pessoas com rinite alérgica e asma. Esta aplicação oferece várias funcionalidades, nomeadamente a monitorização de sintomas, permitindo aos utilizadores registar e seguir os seus sintomas ao longo do tempo. Fornece também dados em tempo real sobre a qualidade do ar e os níveis de pólen na área do utilizador, ajudando a prever potenciais agravamentos dos sintomas. Adicionalmente, a *Mask-air* oferece conselhos personalizados baseados nos dados inseridos pelo utilizador, ajudando na melhor gestão dos sintomas de alergia. Os utilizadores podem configurar lembretes para tomar os seus medicamentos, o que ajuda a manter a adesão ao tratamento. A aplicação pode gerar relatórios que podem ser partilhados com médicos ou farmacêuticos, facilitando a discussão sobre o tratamento e a gestão da doença. O *design* e a interface do utilizador do *Mask-air* são considerados fáceis de usar, tornando-o acessível para uma ampla gama de utilizadores.

Estas ferramentas digitais são exemplos de como a tecnologia pode revolucionar a forma de gestão de patologias específicas, neste caso diabetes, rinite alérgica e asma.

7- Algumas tendências na saúde digital

O desenvolvimento de novas soluções em saúde digital apresenta desafios significativos para estas conseguirem chegar ao mercado. Entre os principais obstáculos, destaca-se a inadequada análise de mercado que contribui para uma compreensão limitada das reais necessidades do setor e das complexas dinâmicas subjacentes (Guo et al., 2020). Além disso, a qualidade do produto emerge também como fator crítico: soluções com baixa usabilidade, segurança ou eficácia, frequentemente, enfrentam desafios durante o ciclo de desenvolvimento. A gestão de custos, outro ponto fulcral, revela-se crucial, uma vez que custos elevados não previstos podem comprometer a viabilidade de projetos promissores. O *marketing* insuficiente, o momento inadequado face às exigências do mercado e a concorrência constituem contribuições significativas para o desafio enfrentado.

A forma como os cuidados de saúde são prestados tem evoluído de Medicina Tradicional Centrada no Médico, Medicina Baseada em Evidências, Medicina Centrada no Paciente e Fortalecimento das Fontes de Saúde e Bem-Estar para Pessoas e Planeta (Kulkova et al., 2023). Esta evolução destaca uma mudança de paradigma em direção a uma abordagem mais abrangente, integrativa e sustentável na promoção da saúde, reconhecendo a importância do papel do paciente, da prevenção e do impacto ambiental na saúde global. Esta abordagem co criativa, marcada pela colaboração de vários intervenientes, conjuga-se com a perspetiva centrada no ecossistema, que reconhece a interconexão de fatores sociais, ambientais e económicos na saúde. Esta combinação promove uma compreensão abrangente e contextualizada, facilitando intervenções mais eficazes para melhorar o bem-estar global.

O ecossistema regional de inovação em envelhecimento ativo e saudável – Porto4Ageing pretendeu exatamente incorporar uma abordagem de ecossistema, considerando não apenas os cuidados de saúde, mas também fatores sociais, tecnológicos e ambientais que influenciam o envelhecimento da população. A colaboração entre diversas partes interessadas, incluindo governos locais, academia, empresas e a comunidade, é uma forma efetiva de enfrentar os desafios complexos associados às necessidades da

população e de potenciar um maior sucesso no desenvolvimento de soluções em saúde digital que melhor respondam às necessidades do cidadão.

As Nações Unidas traçaram, com os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, diretrizes globais para a melhoria da saúde e do bem-estar, nas quais estão incluídos, por exemplo, o acesso a cuidados de saúde (United Nations, 2015). Associaram-se também à Organização Mundial de Saúde no lançamento da “Estratégia Global para a Saúde Digital 2020-2025” (World Health Organization, 2021). Neste documento, estão descritas quatro prioridades para a implementação da estratégia de saúde digital ao longo dos 5 anos que abrange:

- Colaboração global e transferência do conhecimento para potenciar a criação e adoção de soluções relevantes partilhadas por diferentes países e intervenientes. Este objetivo permite, também, assegurar a qualidade das tecnologias e a standardização de normas e políticas sobre acesso a investimento, sustentabilidade, qualidade e segurança dos produtos.
- Implementação de estratégias digitais a nível nacional, que permitam aos países impulsionar a saúde digital de acordo com o seu contexto, necessidades, tendências e recursos. É recomendado que isto seja feito em conjunto com entidades e representantes de diversos setores e grupos e que inclua os seguintes componentes: (1) liderança e governança; (2) investimento e operações; (3) serviços e aplicações de escalonamento; (4) integração e sustentabilidade; (5) respeito pelos standards e interoperabilidade; (6) uma infraestrutura digital flexível; (7) profissionais de saúde adaptáveis; (8) legislação, ética e cumprimento; (9) uma abordagem centrada no indivíduo.
- Gestão da saúde digital na governança nacional e internacional de modo a fortalecer a capacidade de os países promoverem, inovarem e escalarem tecnologias. Para isto, é preciso ter em conta princípios de partilha, qualidade e fiabilidade dos dados em saúde e normas éticas específicas para a utilização destes dados em inteligência artificial e análise de *big data*.
- Sistemas de saúde centrados nas pessoas, que permitem avanços na literacia digital, igualdade de género, capacitação de mulheres e abordagens inclusivas na adoção e gestão de tecnologias de saúde digital. Este tipo de abordagens beneficia

não só os doentes, famílias e comunidades, como também os próprios profissionais de saúde. Para além disso, potencia a autonomia do cidadão na gestão da sua doença e permitem-lhe participar no processo de desenvolvimento, o que promove a aquisição de conhecimentos e competências multidisciplinares.

8- Notas finais

Nos últimos anos, temos testemunhado significativas alterações demográficas, como o envelhecimento da população e o aumento de doenças crónicas. Essas mudanças têm colocado pressão crescente nos sistemas de saúde, destacando a necessidade de abordagens inovadoras para a prestação de cuidados.

A transformação digital na saúde deve priorizar a melhoria da acessibilidade, eficiência e qualidade dos cuidados. Isso inclui a implementação de registos eletrónicos de saúde, telemedicina para consultas remotas e o desenvolvimento de plataformas integradas para a troca rápida e segura de informações entre profissionais de saúde.

O grau de digitalização na saúde varia entre diferentes regiões. Países desenvolvidos muitas vezes lideram nesse aspeto, implementando sistemas avançados de informação de saúde, enquanto regiões em desenvolvimento estão à procura de estratégias adaptadas às suas realidades económicas e sociais.

Algumas tendências na saúde digital incluem: maior interconexão entre sistemas de informação para uma visão holística do histórico de saúde do paciente; utilização de algoritmos para análise preditiva, diagnósticos mais rápidos e personalização de tratamentos; aplicativos e dispositivos móveis para monitorização contínua e gestão da saúde; utilização de realidade virtual e realidade aumentada na formação médica, tratamentos e procedimentos cirúrgicos.

Assim, a transformação digital na saúde é essencial para enfrentar os desafios demográficos atuais. O progresso varia globalmente, mas a implementação de

tecnologias como telemedicina, registros eletrônicos e IA estão a modelar o futuro dos cuidados de saúde, com tendências promissoras em constante evolução.

9- Referências bibliográficas

Abernethy, A., Adams, L., Barrett, M., Bechtel, C., Brennan, P., Butte, A., Faulkner, J., Fontaine, E., Friedhoff, S., Halamka, J., Howell, M., Johnson, K., Long, P., McGraw, D., Miller, R., Lee, P., Perlin, J., Rucker, D., Sandy, L., Savage, L., ... Valdes, K. (2022). The Promise of Digital Health: Then, Now, and the Future. *NAM perspectives*, 2022, 10.31478/202206e. <https://doi.org/10.31478/202206e>

Anderson, T., & Kohler, H. P. (2015). Low Fertility, Socioeconomic Development, and Gender Equity. *Population and Development Review*, 41(3), 381–407. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2015.00065.x>

Bachrach, C. A., & Morgan, S. P. (2013). A Cognitive-Social Model of Fertility Intentions. *Population and Development Review*, 39(3), 459–485. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2013.00612.x>

Bajwa, J., Munir, U., Nori, A., & Williams, B. (2021). Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. *Future Healthcare Journal*, 8(2), e188–e194. <https://doi.org/10.7861/fhj.2021-0095>

Bousquet, J., Shamji, M. H., Anto, J. M., Schünemann, H. J., Canonica, G. W., Jutel, M., Del Giacco, S., Zuberbier, T., Pfaar, O., Fonseca, J. A., Sousa-Pinto, B., Klimek, L., Czarlewski, W., Bedbrook, A., Amaral, R., Ansotegui, I. J., Bosnic-Anticevich, S., Braidó, F., Chaves Loureiro, C., Gemicioglu, B., ... Ollert, M. (2023). Patient-centered digital biomarkers for allergic respiratory diseases and asthma: The ARIA-EAACI approach - ARIA-EAACI Task Force Report. *Allergy*, 78(7), 1758–1776. <https://doi.org/10.1111/all.15740>

Brommeyer, M., Liang, Z., Whittaker, M., Mackay, M. (2023). Developing Health Management Competency for Digital Health Transformation: Protocol for a Qualitative Study. *JMIR Research Protocols*, 12, e51884. doi: 10.2196/51884

Dang, A., Arora, D., & Rane, P. (2020). Role of digital therapeutics and the changing future of healthcare. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 9(5), 2207–2213. https://doi.org/10.4103/jfmipc.jfmipc_105_20

Dang, V.A., Vu Khanh, Q., Nguyen, V.-H., Nguyen, T., & Nguyen, D.C. (2023). Intelligent Healthcare: Integration of Emerging Technologies and Internet of Things for Humanity. *Sensors*, 23(9), 4200. <https://doi.org/10.3390/s23094200>

Deloitte Centre for Health Solutions. (2020). *Digital transformation: Shaping the future of European healthcare*. <https://www2.deloitte.com/uk/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/european-digital-health.html>.

European Commission (2018). Staff Working Document on enabling the digital transformation of health and care in the Digital Single Market; empowering citizens and building a healthier society. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/staff-working-document-enabling-digital-transformation-health-and-care-digital-single-market>

Guo, C., Ashrafian, H., Ghafur, S., Fontana, G., Gardner, C., & Prime, M. (2020). Challenges for the evaluation of digital health solutions – A call for innovative evidence generation approaches. *npj Digital Medicine*, 3, 110. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00314-2>

Jarzebski, M.P., Elmqvist, T., Gasparatos, A., Fukushi, K., Eckersten, S., Haase, D., Goodness, J., Khoshkar, S., Saito, O., Takeuchi, K., Theorell, T., Dong, N., Kasuga, F., Watanabe, R., Sioen, G.B., Yokohari, M., & Pu, J. (2021). Ageing and population shrinking: implications for sustainability in the urban century. *npj Urban Sustainability*, 1, 17. <https://doi.org/10.1038/s42949-021-00023-z>

Jiang, X., Ming, W. K., & You, J. H. (2019). The Cost-Effectiveness of Digital Health Interventions on the Management of Cardiovascular Diseases: Systematic Review.

Journal of Medical Internet Research, 21(6), e13166.
<https://doi.org/10.2196/13166>

Junaid, S.B., Imam, A.A., Balogun, A.O., De Silva, L.C., Surakat, Y.A., Kumar, G., Abdulkarim, M., Shuaibu, A.N., Garba, A., Sahalu, Y., Mohammed, A., Mohammed, T.Y., Abdulkadir, B.A., Abba, A.A., Kakumi, N.A.I., & Mahamad, S. (2022). Recent Advancements in Emerging Technologies for Healthcare Management Systems: A Survey. *Healthcare*, 10(10), 1940.
<https://doi.org/10.3390/healthcare10101940>

Kapoor, A., Guha, S., Kanti Das, M., Goswami, K. C., & Yadav, R. (2020). Digital healthcare: The only solution for better healthcare during COVID-19 pandemic?. *Indian Heart Journal*, 72(2), 61–64.
<https://doi.org/10.1016/j.ihj.2020.04.001>

Kulkova, J., Kulkov, I., Rohrbeck, R., Lu, S., Khwaja, A., Karjaluoto, H., & Mero, J. (2023). Medicine of the future: How and who is going to treat us?. *Futures*, 146, 103097. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103097>

MacMahon, S.T., & Richardson, I. (2023). Pathways, technology and the patient-connected health through the lifecycle. *Frontiers in Digital Health*, 5, 1057518.
<https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1057518>

Manteghinejad, A., & Javanmard, S. H. (2021). Challenges and opportunities of digital health in a post-COVID19 world. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 26, 11.
https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS_1255_20

Marques, I.C.P., & Ferreira, J.J.M. (2020). Digital transformation in the area of health: systematic review of 45 years of evolution. *Health and Technology*, 10, 575–586. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00402-8>

Mumtaz, H., Riaz, M. H., Wajid, H., Saqib, M., Zeeshan, M. H., Khan, S. E., Chauhan, Y. R., Sohail, H., & Vohra, L. I. (2023). Current challenges and potential

solutions to the use of digital health technologies in evidence generation: a narrative review. *Frontiers in Digital Health*, 5, 1203945. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1203945>

Nargund G. (2009). Declining birth rate in Developed Countries: A radical policy re-think is required. *Facts, views & vision in ObGyn*, 1(3), 191–193.

Pardos, A., Gallos, P., Menychtas, A., Panagopoulos, C., & Maglogiannis, I. (2023). Enriching Remote Monitoring and Care Platforms with Personalized Recommendations to Enhance Gamification and Coaching. *Studies in Health Technology and Informatics*, 302, 332–336. <https://doi.org/10.3233/SHTI230129>

Paul, M., Maglaras, L., Ferrag, M.A., & Almomani, I. (2023). Digitization of healthcare sector: A study on privacy and security concerns. *ICT Express*, 9(4), 571-588. <https://doi.org/10.1016/j.icte.2023.02.007>

Saeed, S. A., & Masters, R. M. (2021). Disparities in Health Care and the Digital Divide. *Current Psychiatry Reports*, 23(9), 61. <https://doi.org/10.1007/s11920-021-01274-4>

Smuck, M., Odonkor, C.A., Wilt, J.K., Schmidt, N., Swiernik, M.A. (2021). The emerging clinical role of wearables: factors for successful implementation in healthcare. *npj Digital Medicine*, 4, 45. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00418-3>

Stoumpos, A.I., Kitsios, F., Talias, & M.A. (2023). Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3407. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043407>

Swan M. (2009). Emerging patient-driven health care models: an examination of health social networks, consumer personalized medicine and quantified self-

tracking. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6(2), 492–525. <https://doi.org/10.3390/ijerph6020492>

Tulchinsky, T.H., & Varavikova, E.A. (2014). A History of Public Health. *The New Public Health*, 1–42. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415766-8.00001-X>

United Nations Development Programme. (2005). *UN Human Development Report 2005, International Cooperation at a Crossroads-Aid, Trade and Security in an Unequal World*. Oxford University Press. ISBN: 9780195305111.

United Nations. (2015). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>.

Warraich, H. J., Califf, R. M., & Krumholz, H. M. (2018). The digital transformation of medicine can revitalize the patient-clinician relationship. *npj Digital Medicine*, 1, 49. <https://doi.org/10.1038/s41746-018-0060-2>

Werutsky, G., Barrios, C. H., Cardona, A. F., Albergaria, A., Valencia, A., Ferreira, C. G., Rolfo, C., de Azambuja, E., Rabinovich, G. A., Sposetti, G., Arrieta, O., Dienstmann, R., Rebelatto, T. F., Denninghoff, V., Aran, V., & Cazap, E. (2021). Perspectives on emerging technologies, personalised medicine, and clinical research for cancer control in Latin America and the Caribbean. *The Lancet. Oncology*, 22(11), e488–e500. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(21\)00523-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(21)00523-4)

World Health Organization. (2021). *Global strategy on digital health 2020-2025*. <https://iris.who.int/handle/10665/344249>

Wutz, M., Hermes, M., Winter, V., & Köberlein-Neu, J. (2023). Factors Influencing the Acceptability, Acceptance, and Adoption of Conversational Agents in Health Care: Integrative Review. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e46548. <https://doi.org/10.2196/46548>

Yang, Z., Silcox, C., Sendak, M., Rose, S., Rehkopf, D., Phillips, R., Peterson, L., Marino, M., Maier, J., Lin, S., Liaw, W., Kakadiaris, I. A., Heintzman, J., Chu, I., &

Bazemore, A. (2022). Advancing primary care with Artificial Intelligence and Machine Learning. *Healthcare (Amsterdam, Netherlands)*, 10(1), 100594. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2021.100594>

Zhang, J., Gallifant, J., Pierce, R.L., Fordham, A., Teo, J., Celi, L., & Ashrafian, H. (2013). Quantifying digital health inequality across a national healthcare system. *BMJ Health & Care Informatics*, 30(1), e100809. <https://doi.org/10.1136/bmjhci-2023-100809>