

## Cartão do Professor



## Index

---

Index .....	1
Introdução Geral.....	2
Informação adicional .....	2
Quadro Europeu de Competências Chave .....	3
Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas .....	3
Conteúdos – Princípios teóricos .....	5
Procedimento Laboratorial/Atividade .....	6
Caminho de Aprendizagem .....	7
Avaliação.....	7
Descrição dos Cartões dos Alunos.....	8
Fontes.....	8

## Cartão do Professor

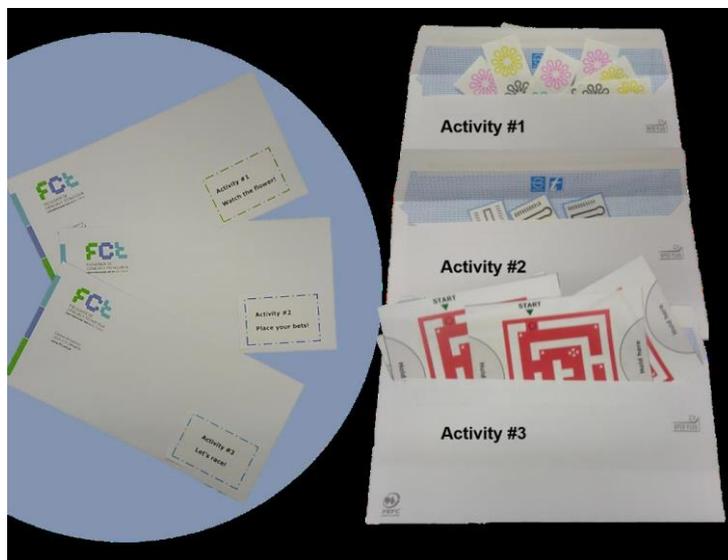
# Introdução Geral

Neste toolkit, há três envelopes com três atividades de laboratório diferentes (Figura 1) para explorar a tecnologia Lab-on-Paper.

Estas atividades têm como objetivo ajudar os alunos a explorar as propriedades, a ampla variedade de aplicações do papel e aprender sobre materiais hidrofóbicos e hidrofílicos.

Cada atividade pode ser realizada de forma independente ou as três atividades em conjunto, dependendo do tempo disponível para as experiências, da idade e do número de participantes.

Este toolkit é muito abrangente e as atividades podem ser realizadas por participantes de 5 a 18 anos. O aprofundamento dos conceitos inerentes à experiência deve ser feito de acordo com a idade dos participantes.



**Figura 1.** Três envelopes com as atividades disponíveis no toolkit.

**Palavras-chave:** *Versatilidade do papel; Materiais hidrofílicos/hidrofóbicos; Microfluídica*

## Informação adicional

Este toolkit refere-se às vantagens do uso de papel e da microfluídica no desenvolvimento de pequenos dispositivos de diagnóstico. O uso do papel possibilita a produção de testes de diagnóstico acessíveis, leves, de baixo custo e rápidos para diversas condições, tanto médicas quanto ambientais. Essas vantagens permitem o acesso de uma proporção maior da sociedade a um grande espectro de aparelhos diagnósticos.

Para os alunos, este toolkit pode ajudar na compreensão do comportamento de alguns materiais, nomeadamente no que se refere a materiais hidrofílicos e hidrofóbicos, e as características de cada tipo de materiais. Também visa apresentar aos alunos a microfluídica e suas vantagens.

## Cartão do Professor

# Quadro Europeu de Competências Chave

<b>Competência de alfabetização</b>
S1. Capacidade de compreender e interpretar conceitos, sentimentos, factos ou opiniões de forma oral e escrita.
S2. Capacidade de expressar conceitos, sentimentos, factos ou opinião na forma escrita e oral.
S3. Capacidade de interpretar o mundo e de se relacionar com os outros.
<b>Competência matemática e competência em ciência, tecnologia e engenharia</b>
S1. Capacidade de usar pensamento construtivo para resolver um problema em todas as situações.
S4. Prontidão para enfrentar novos problemas de novas áreas.
S5. Capacidade de pensamento quantitativo.
S6. Capacidade de extrair informações qualitativas de dados quantitativos
<b>Competências para a cidadania</b>
S1. Capacidade de interação eficaz com outras pessoas
S3. Capacidade de trabalhar de forma eficaz e colaborar com outros membros da equipa
<b>Competências de empreendedorismo</b>
S1. Conscientização sobre o património cultural local, nacional e europeu e seu lugar no mundo
S3. Compreensão da diversidade cultural

## Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são o modelo para alcançar um futuro melhor e mais sustentável para todos. Eles abordam os desafios globais que enfrentamos, incluindo aqueles relacionados à pobreza, desigualdade, mudança climática, degradação ambiental, paz e justiça.

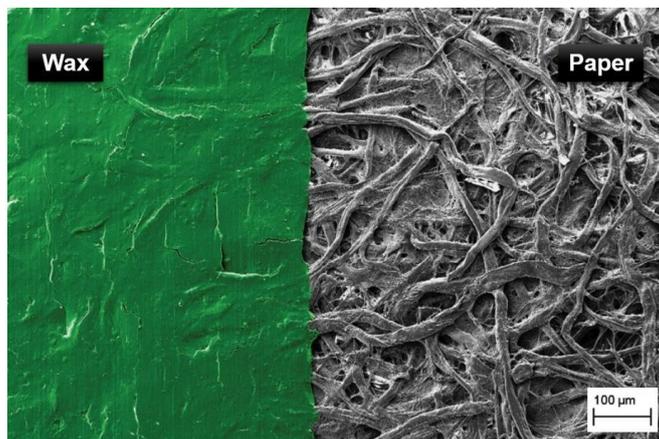
## Cartão do Professor

	  Enable access to basic services		 Equal access to global expertise
	 Safe medical devices		 Sustainable urbanization
	 Access to education		 Responsible consumption and production
	 Less hardship, more opportunities		 Strengthen resilience, reduce disaster impact
	 Safe and affordable water		 Reduce marine pollution
	 Energy – the golden thread		 Sustainable use of terrestrial ecosystems
	 Safety of workers and economic growth		 Promote peaceful and inclusive societies
	 Resilient infrastructure and sustainable industrialization		 Better access to technology and innovation

## Cartão do Professor

# Conteúdos – Princípios teóricos

O papel é feito de celulose interligada entre si, a molécula biológica mais abundante no planeta. A celulose é um polímero homogéneo linear polissacarídeo composto por unidades monoméricas de  $\beta(1-4)$ -D-glucopirranose.



**Figura 2** Imagem obtida por microscópio eletrónico de varrimento de varimento de papel com cera impressa na sua superfície.

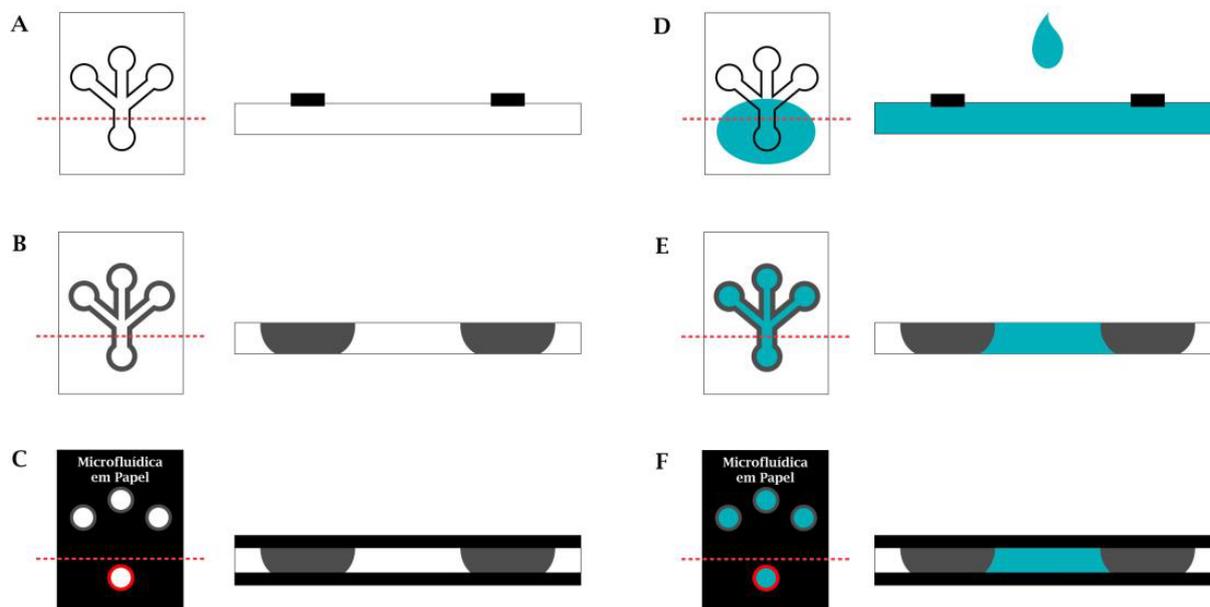
A microfluídica refere-se à manipulação e processamento de volumes de fluidos na ordem dos micro ou nanolitros. Utiliza sistemas e dispositivos de dimensões reduzidas onde são implantados canais com geometrias milimétricas por onde os fluidos são conduzidos às zonas onde ocorrem as reações. Na microfluídica em papel o controlo do volume é feito na teia fibrosa que constitui o papel.

O Lab-on-Paper explora o uso do papel em dispositivos diagnósticos de alto valor agregado, combinando as vantagens da microfluídica, como menor consumo de reagentes e amostras biológicas, com baixo custo, facilidade de produção em massa e versatilidade do papel. Esses dispositivos podem ser usados para diagnosticar doenças, monitorar condições fisiológicas, como glicose, colesterol ou ácido úrico, além de sensores ambientais e de deteção química de forma simples, económica e rápida.

Neste toolkit, a técnica escolhida para a produção dos dispositivos foi o método de impressão em cera (Carrilho, Martinez, & Whitesides, 2009), devido à sua simplicidade e eficácia. Esta metodologia utiliza impressora de cera Xerox, criando no papel (material hidrofílico) barreiras hidrofóbicas (cera impressa que repele água) capazes de delimitar canais hidrofílicos, bem como zonas de teste e zonas de deposição de amostras.

Estes dispositivos possuem um volume muito baixo permitindo a redução dos custos de transporte e armazenamento. Em sistemas mais simples, a reação dos componentes da amostra com reagentes específicos depositados nas zonas de teste e controlo causa uma mudança de cor facilmente detetável. Estes resultados podem ser analisados apenas visualmente, como um teste de gravidez, ou por meio de uma digitalização ou fotografia.

## Cartão do Professor



**Figura 3** Ilustração da produção de dispositivos microfluídicos em papel usando a técnica de impressão em cera. A cera é impressa na superfície do papel (A), portanto o controlo dos fluidos não é possível somente com esta etapa (D). Por aquecimento, a cera difunde-se pela espessura do papel (B), formando barreiras hidrofóbicas para controlar o fluxo das soluções nos canais delimitados (E). Finalmente, o encapsulamento é impresso na frente e no verso do papel (C). Como a impressão em cera é superficial, o encapsulamento não interfere no deslocamento das soluções pelos canais (F).

Hidrofóbico e hidrofílico são opostos. O radical 'hydr' vem do grego 'hydor' que significa água, portanto, os materiais hidrofóbicos são 'tementes à água' e não se misturam com a água, enquanto os materiais hidrofílicos 'adoram a água' e têm tendência a ser molhados pela água. No caso do papel, o grau de hidrofiliicidade depende principalmente do teor de celulose. A celulose pode formar muitas pontes de hidrogénio devido à sua estrutura química, o que aumenta a molhabilidade do papel. Além disso, como o papel é composto por fibras de celulose interligadas, com poros entre elas, a porosidade do papel também ajuda a que a água seja facilmente absorvida pelo papel.

## Procedimento Laboratorial/Atividade

Neste toolkit, há três envelopes com três atividades diferentes para explorar a tecnologia Lab-on-Paper. Estas atividades têm como objetivo ajudar os alunos a explorar as propriedades, a ampla variedade de aplicações do papel e aprender sobre materiais hidrofóbicos e hidrofílicos.

Este toolkit é muito abrangente e as atividades podem ser realizadas por participantes de 5 a 18 anos. O aprofundamento dos conceitos inerentes ao experimento deve ser feito de acordo com a idade dos participantes.

### Módulo 1 – Lab-on-Paper technology

## Cartão do Professor

# Caminho de Aprendizagem

---

*Etapa 1 - Tempo e atividade:* 15 minutos: Os professores fazem uma breve introdução com uma apresentação em PowerPoint preparada.

*Etapa 2 - Tempo e Atividade:* 15 minutos: Atividade # 1- Dependendo do número de alunos da turma, se necessário, os alunos podem ser divididos em grupos (o número de alunos em cada grupo fica a critério do professor). Siga o procedimento apresentado no cartão do aluno para a atividade # 1.

*Etapa 3 - Tempo e Atividade:* 20 minutos: Atividade # 2 - Siga o procedimento apresentado no cartão do aluno para a atividade # 2.

*Etapa 4 - Tempo e atividade:* 15 minutos: Atividade # 3 - Divida a turma em grupos de 2 ou mais membros. Siga o procedimento apresentado no cartão do aluno para a atividade # 3.

*Etapa 5 - Tempo e atividade:* 15 minutos: Discuta os resultados de cada atividade.

## Avaliação

---



Questões: para verificar a aquisição de conhecimentos.

*1. Quais são as vantagens de utilizar dispositivos de microfluídica em papel?*

*O papel é um material de baixo custo, biocompatível e biodegradável, flexível, fino, leve e muito versátil para várias aplicações, por exemplo, dispositivos de microfluídica.*

*2. Quais são os principais passos do método de impressão com cera?*

*As principais etapas são: (i) desenho de padrões microfluídicos em software de projeto; (ii) imprimir os padrões desenhados com a impressora de cera; (iii) aquecimento, para difusão dos padrões de cera em toda a espessura do papel; (iv) deposição de reagentes nas zonas de teste e controle; e (v) impressão do encapsulamento.*

*3. Quais são os dois principais parâmetros que podem influenciar a hidrofobicidade do papel?*

## Cartão do Professor

Os dois principais parâmetros são o teor de celulose - maior teor de celulose, maior capacidade de formar pontes de hidrogénio, o que aumenta a molhabilidade do papel - e a porosidade.

# Descrição dos Cartões dos Alunos

---

## Cartão do Aluno 1 – Lab-on-Paper technology

## Fontes

---

- Carrilho, E., Martinez, A. W., & Whitesides, G. M. (2009). *Understanding Wax Printing: A Simple Micropatterning Process for Paper-Based Microfluidics*. *Anal. Chemistry*, (81), 7091–7095.
- Martinez, A. W., Phillips, S. T., Butte, M. J., & Whitesides, G. M. (2007). *Patterned Paper as a Platform for Inexpensive, Low-Volume, Portable Bioassays*. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 46(8), 1318–1320.
- Roberts, J. C. (1996). *The Chemistry of Paper*. The Royal Society of Chemistry.
- Schilling, K. M., Lepore, A. L., Kurian, J., & Martinez, A. W. (2012). *Full enclosed microfluidic paper-based analytical devices*. *Anal. Chemistry*, 84(3), 1579–85.
- Costa, M. N., Veigas, B., Jacob, J. M., et al (2014). *A Low Cost, Safe, Disposable, Rapid and Self-Sustainable Paper-based Platform for Diagnostic Testing: Lab-on-Paper*. *Nanotechnology*, 25(9):094006.