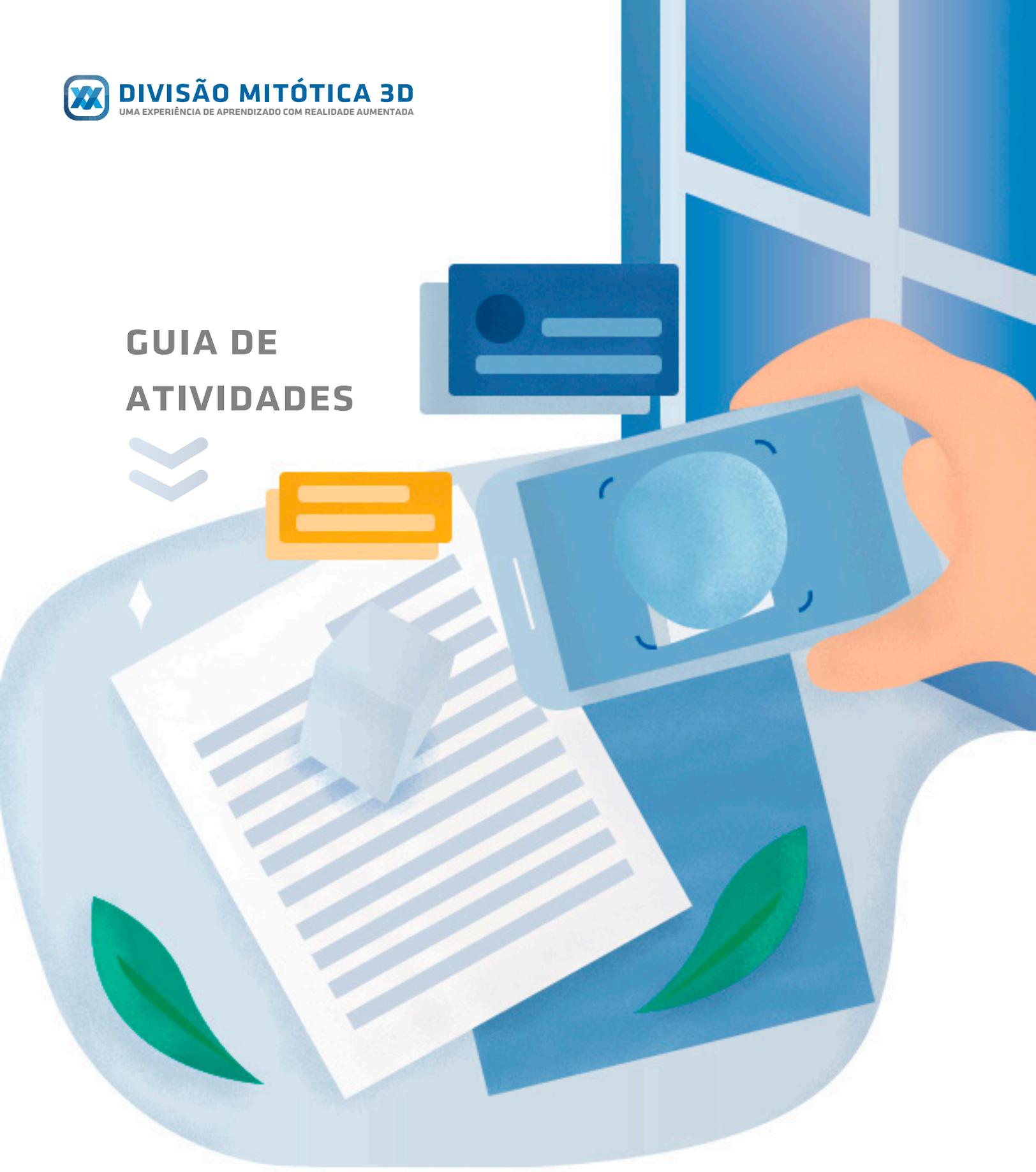


# GUIA DE ATIVIDADES



No início da segunda metade do século XIX, os pesquisadores alemães, Rudolf Virchow e Robert Remarck declararam que "cada célula vem de uma célula preexistente" (omnis cellula ex cellula). Esta declaração permitiu estabelecer uma ligação clara entre a divisão celular e continuidade da vida.

No caso de organismos eucarióticos unicelulares, a divisão mitótica da célula determina a reprodução do próprio organismo e a perpetuação da espécie. Assim uma célula se divide em duas, as quais são geneticamente idênticas entre elas e iguais daquela que surgiram, o que garante a manutenção da identidade genética da espécie.

Em organismos multicelulares, a divisão celular mitótica além de se relacionar com seus processos reprodutivos, é responsável pelo seu crescimento, renovação e reparação de todos seus tecidos.

Estimou-se que um ser humano médio de 1,70 m. de altura e 70 kg. peso possui cerca de 37 trilhões de células (Bianconi et al., 2013), todas originadas a partir de divisões celulares sucessivas a partir de uma única célula inicial, o zigoto. Nos seres humanos, como em todos os organismos multicelulares, existem várias populações de células sujeitas a diferentes graus de desgaste, motivo pelo qual devem ser continuamente renovadas. Um exemplo disso, são cerca de  $2,5 \times 10^{10}$  células vermelhas do sangue presente no adulto humano e que têm uma vida média de 120 dias. Para manter relativamente constante este número, devem surgir, por divisão celular mitótica das células-tronco pluripotentes do tecido hematopoiético, quase dois milhões de glóbulos vermelhos por segundo. Se adicionamos nesta contagem as células epiteliais do intestino delgado, que tem uma meia vida de 2 a 4 dias, além de todos os outras populações de células que são renovados

Para baixar o aplicativo que  
acompanha este e-book



em um ser humano adulto, estima-se que para a sua manutenção, requerem-se mais ou menos 20 milhões de divisões celulares mitóticas por segundo.

### CICLO CELULAR EUCARIOTO

As células que tornam possível a renovação dos diversos tecidos do corpo, dividem-se por mitose dando origem a duas células filhas geneticamente idênticas, posteriormente uma ou ambas podem voltar para se dividir, estabelecendo-se assim um ciclo de divisão celular ou do ciclo celular. Este ciclo celular é definido como o período a partir do início da divisão para o início da próxima e na qual quatro fases ou passos discretos são reconhecidos:  $G_1$ , S,  $G_2$  as quais constituem a interfase e M ou mitose.

Quando visto ao microscópio as células em divisão, os processos mais relevantes do ciclo celular são a divisão do núcleo, chamado mitose, o que geralmente continua com a divisão da célula em dois, chamado citocinese. Juntos, estes dois processos são a fase M do ciclo celular. O período entre uma fase M e a próxima, se conhece com o nome de interfase e nela estão incluídas as fases  $G_1$ , S e  $G_2$  do ciclo celular.

## INTERFASE

### Fase G<sub>1</sub>

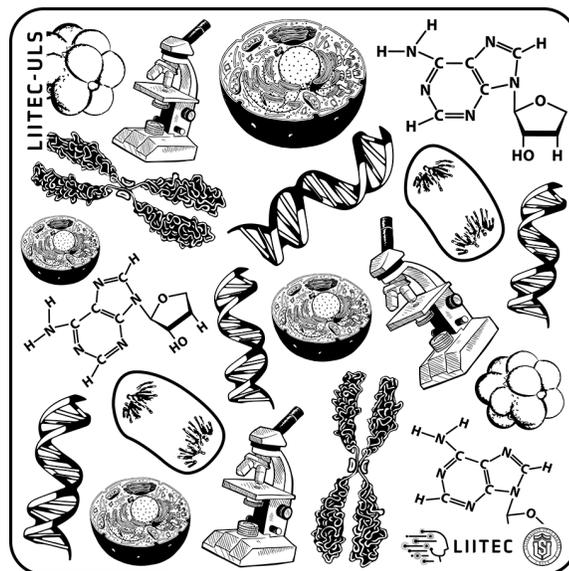
É a fase seguinte da citocinese e é uma etapa de intensa atividade bioquímica. A célula aumenta em tamanho e sintetiza todas as proteínas e enzimas necessárias para a futura duplicação do material genético.

### Fase S

É a etapa seguinte de G<sub>1</sub>, durante o qual o DNA e as fibras de cromatina que o compõem são duplicados.

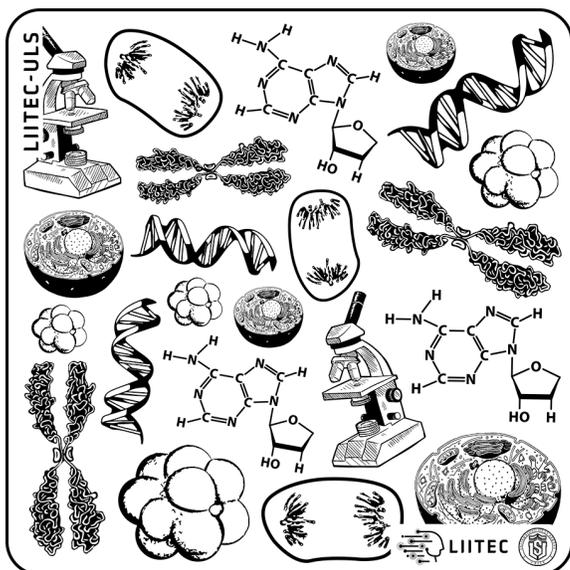
### Fase G<sub>2</sub>

É a etapa que precede a fase M. Durante esta fase, ocorre reparos no DNA possivelmente mal replicado e são sintetizadas as proteínas necessárias para de mitose. Nesta fase, as fibras de cromatina que constituirão os futuros cromossomos estão duplicadas e unidas pelo centrômero.



## FASE M o MITOSE

Durante a mitose o material genético, anteriormente duplicado, é dividido igualmente em dois conjuntos de cromossomos idênticos entre si e com a célula-mãe. O processo de divisão que ocorre na mitose é contínuo, mas convencionalmente divide-se em quatro fases distintas: prófase, metáfase, anáfase e telófase.

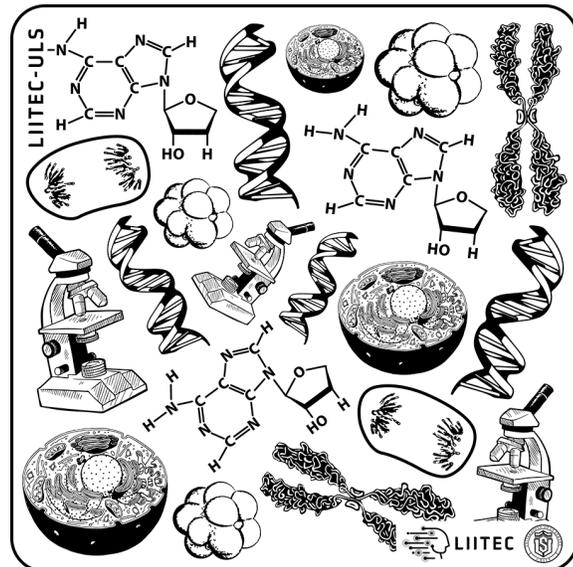
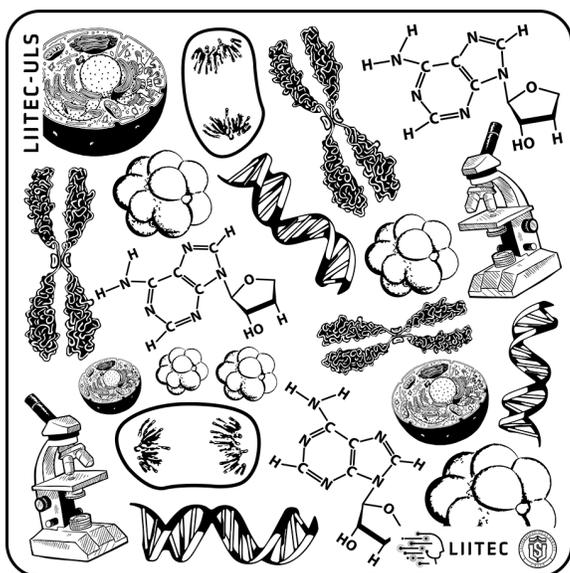


### Prófase

No núcleo, as fibras de cromatina duplicadas, começam a condensar-se ficando mais curtas e cada vez mais grossas até se tornar cromossomos, que inicialmente aparecem como longos e finos filamentos formados por duas cromátidas unidas pelo centrômero. Em células animais os centríolos duplicados formam os centrossomas, que são separados no início da prófase e migram em direção aos polos da célula. Junto com esse movimento são gerados os microtúbulos que formam o fuso mitótico. As células vegetais produzem fusos sem a intervenção de centríolos. Após a prófase, esses microtúbulos deixam de serem visíveis e/ou os nucléolos e a envoltura nuclear é desorganizada.

## Metáfase

Nesta fase, os cromossomos atingem o seu máximo grau de condensação e iniciam uma série de movimentos, dirigidos pelas fibras do fuso mitótico ligados ao centrômero de cada cromossomo, o que acaba por determinar a sua localização em relação ao plano equatorial da célula.

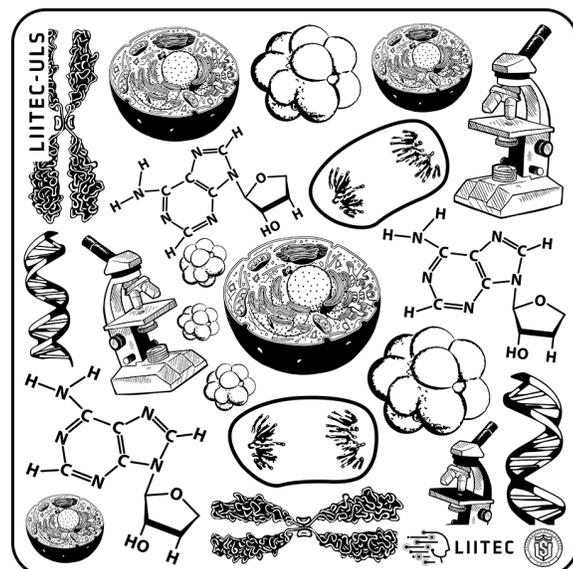


## Anáfase

Nesta fase, as cromátides irmãs de cada cromossomo são separadas, transformando cada cromátide num cromossomo novo, cada um dos quais pela intervenção do fuso é puxada e começa a migrar para os polos opostos da célula. Neste movimento participam os microtúbulos ligados ao cinetócoros, estes filamentos vão ficando cada vez mais e mais curtos, arrastando os cromossomos em direção aos polos da célula.

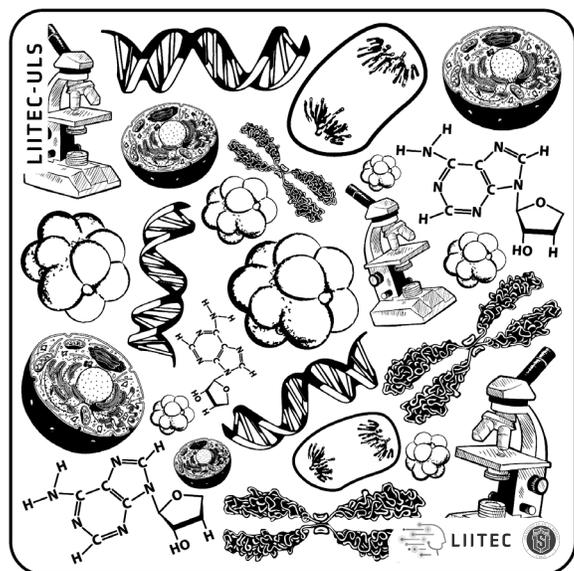
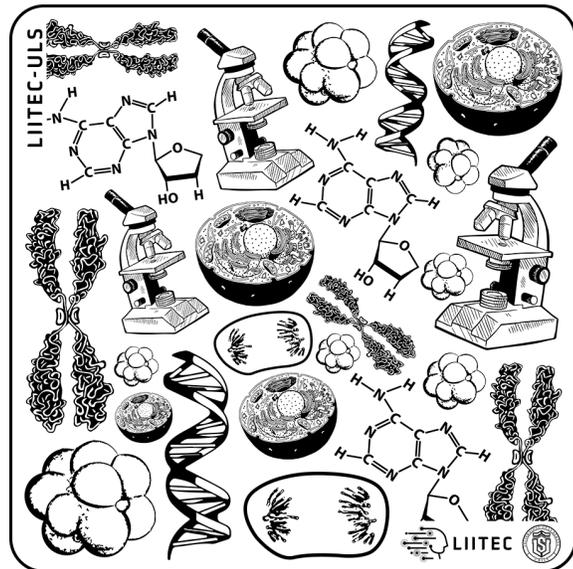
## Telófase

Os cromossomos alcançam os polos da célula e começam a sua condensação, o fuso mitótico se desmonta e as envolturas nucleares, dos novos núcleos, começam a sua reorganização e o mesmo acontece com os nucléolos. Todos estes acontecimentos marcam a finalização do processo mitótico.



## CITOCINESE OU CITODIÉRESE

Representa a divisão do citoplasma, que geralmente começa na telófase, dividindo a célula em duas partes aproximadamente iguais. Nas células animais, começa com o aparecimento de um sulco de clivagem que envolve a célula, o qual vai se aprofundando até formar duas células. Nas células vegetais, devido a presença de uma parede celular rígida, o que gera uma limitação na segmentação, a citocinese ocorre através da formação de um fragmoplasto derivado do sistema de Golgi, localizado entre os dois novos núcleos. O resultado são duas células filhas geneticamente idênticas.



## MORFOLOGIA CROMOSÔMICA

Microscopicamente os cromossomos são observáveis como resultado da duplicação e condensação da cromatina, apresentando uma morfologia característica.

### Cromátide

Na metáfase mitótica cada cromossomo é formado por dois componentes simétricos, as cromátides (chamados cromátides irmãs) que estão ligados ao nível centrômero. Portanto, ao contrário do que acontece na metáfase, os cromossomos na anáfase tem apenas uma cromátide.

### Centrômero e Cinetócoro

O centrômero é a região mais fina do cromossomo, denominada também como constrição primária. De cada lado deste zona se forma uma estrutura proteica chamada cinetócoro, onde finalmente se unirão os microtúbulos do fuso mitótico.

### Telômero

Este conceito faz referência à porção final das cromátides dos cromossomos. Os telômeros proporcionam estabilidade na estrutura do cromossomo.

## AVALIE O QUE VOCÊ APRENDEU COM ESTA EXPERIÊNCIA

1.- Qual é a diferença entre os cromossomos observados em metáfase com respeito aos observados em anáfase?

2.- Levando em consideração o observado neste aplicativo. Qual é o número de cromossomas que terá cada uma das células que se originam no final deste processo de divisão?

3.- Se o desenvolvimento da anáfase fosse bloqueado, mas não a separação das cromátides irmãs, com qual numero cromossômico terminaria a célula resultante?

4.- Assumindo que a célula inicial apresentada neste aplicativo tem um conteúdo de DNA nuclear de 12 pico-gramas.

Quantas pico-gramas de DNA terá a célula em Prófase?

Quantas pico-gramas de DNA terá a célula em Metáfase?

Quantas pico-gramas de DNA terá a célula em Anáfase?

Quantas pico-gramas de DNA terão as células geradas ao finalizar o processo de divisão celular?

5.- O cromossomo que se apresenta isolado neste aplicativo, de qual etapa do ciclo celular mitótico é representativo?

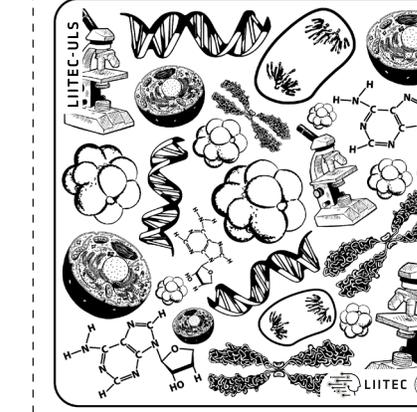
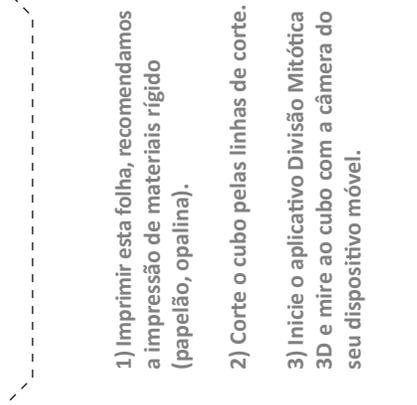
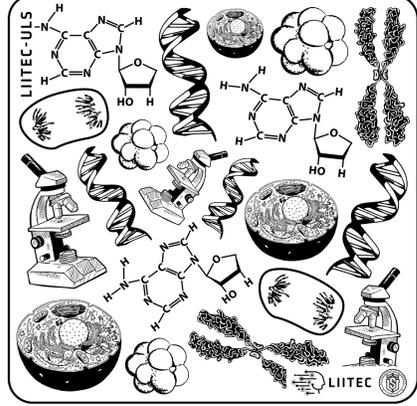
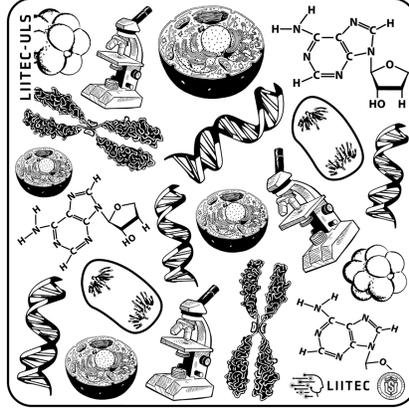
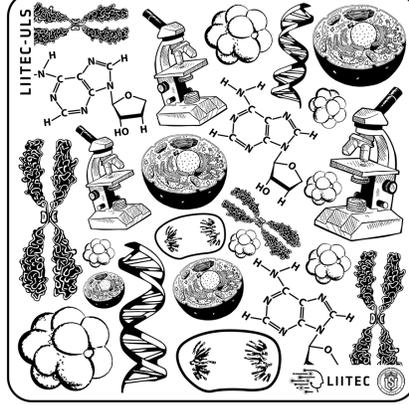
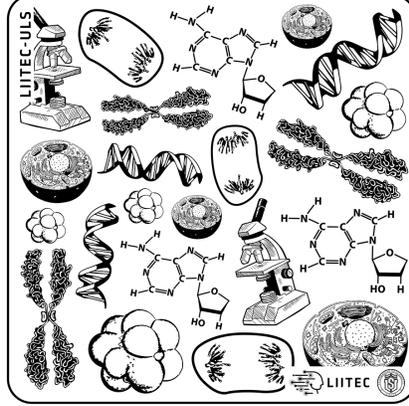
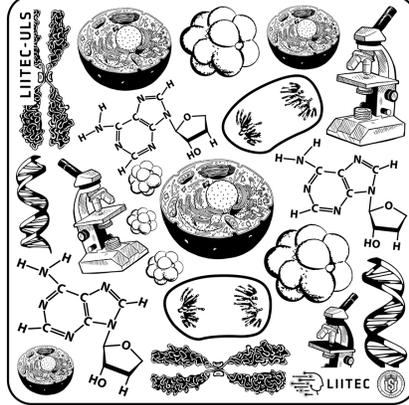
Baixe o aplicativo  
Divisão Mitótica 3D em:



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN  
TECNOLÓGICA PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS  
LIITEC-ULS



**DIVISÃO MITÓTICA 3D**  
UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZADO COM REALIDADE AUMENTADA



Baixe o aplicativo  
Divisão Mitótica 3D em:



- 1) Imprimir esta folha, recomendamos a impressão de materiais rígido (papelão, opalina).
- 2) Corte o cubo pelas linhas de corte.
- 3) Inicie o aplicativo Divisão Mitótica 3D e mire ao cubo com a câmera do seu dispositivo móvel.

