

---

# Guía práctica para iniciar un club de biología sintética

---



João Gervásio, Yala Sampaio, Paulo Muniz, Camila Yamada

# Guia prático para iniciar un clube de biologia sintética

1ª Edição

Traducción: Carlana Tahina Navas de Reyes

Edición y diseño: João Henrique Diniz Brandão Gervásio

2020

# Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN A LA GUÍA PRÁCTICA</b> .....	<b>6</b>
<b>SELECCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>Módulo 1 - Nivelación</b> .....	<b>9</b>
Reunión inicial .....	10
Replicación de ADN .....	10
Transcripción .....	11
Traducción .....	12
<b>Módulo 2 - Introducción</b> .....	<b>14</b>
Puertas lógicas y bases de circuitos genéticos .....	15
Técnicas de biología molecular aplicadas a la biología sintética .....	15
Modelado computacional .....	15
Discusiones .....	16
Discusión: Splicing alternativo .....	18
Discusión: subunidad sigma de la ARN polimerasa .....	18
Discusión: proyectos iGEM centrados en el uso y elección de promotores	18
Discusión: Uso del operón triptófano y comparación de su mecanismo con el operón Lac .....	19
Discusión: ARNt en procariotas y eucariotas: cuántos hay, cuáles son las diferencias, cómo producir uno sintéticamente .....	19
Discusión: relación entre la estructura y función de los ribosomas, así como su interacción con otras proteínas .....	20
Discusión: proyectos que involucran proteínas artificiales con estrategias de modificación de la traducción .....	20
<b>Módulo 3 – Básico</b> .....	<b>22</b>
Temas sugeridos para estudiar: .....	23
1 - CRISPR .....	23
2 - Artemisinina .....	23
3 - Biología sintética - ética y medios .....	23
4 - Biología sintética en la industria .....	23
6 - Limpieza de hormonas en la planta de tratamiento .....	23
7 - Mejora de diagnósticos inexactos .....	23



The background consists of two overlapping triangles. The upper triangle is a light purple color, and the lower triangle is a bright red color. The two triangles meet at a horizontal line, creating a central white space where the text is located.

# GUÍA PRACTICA

## Introducción

# INTRODUCCIÓN A LA GUÍA PRÁCTICA

Esta guía práctica fue desarrollada por el Club de Biología Sintética e Ingeniería Genética de la UFMG, con el objetivo de mostrar el paso a paso de la creación y desarrollo del club. En especial, esperamos que esta guía pueda ser una excelente herramienta para ayudar en la creación de un club de biología sintética.

La guía contiene información relevante como selección de los miembros, desarrollo de conocimientos y organización de los temas.

Destacamos que cada grupo tiene su propio tiempo, no es necesario seguir el orden cronológico de la información aquí mencionada, excepto el Módulo 1 - nivelación.

# SELECCIÓN

Para la selección de los miembros del club, describa los valores que desea para los socios nuevos del club.

Un consejo que se puede seguir es no tomar en cuenta el nivel académico del miembro seleccionado, para crear un grupo heterogéneo, que va desde estudiantes de secundaria hasta estudiantes de post-graduación. Priorizar la dedicación, el compromiso demostrado y el interés en el área. Pero dependerá del perfil del club a ser creado, destacamos que resalta el perfil de candidatos más adecuados que desees en tu grupo de estudio.

Para facilitar el proceso de selección, es posible encontrar en esta guía un formulario con preguntas para los candidatos sobre nombre, nivel académico, si están disponibles para asistir a reuniones en el día y horario propuesto, cualidades y defectos, si tienen experiencia o no en áreas co-relacionado con la biología sintética, como la biotecnología, la biología molecular, la microbiología y la bioinformática. No se alarme si pocos o ningún candidato tienen experiencia específica en biología sintética, ya que al ser un área de conocimiento reciente, la mayoría de los interesados no tendrán práctica en el área.

The background consists of two large triangles meeting at a point at the top. The upper triangle is a light purple color, and the lower triangle is a bright red color. The text is centered in the red triangle.

Módulo 1  
**NIVELACIÓN**



## Módulo 1 - Nivelación

Este módulo tiene como objetivo nivelar el conocimientos de los integrantes, considerando los diferentes niveles de experiencia de cada uno de ellos. En este módulo deberán aprender los conceptos básicos de la biología molecular, con énfasis en la replicación del ADN y el dogma central de la biología molecular, la transcripción y la traducción.

Recomendamos que un magister, doctor y / o profesor con experiencia en biología molecular realice esta exploración inicial. Además, es importante mantener una dinámica no unilateral, hablando con los miembros para asegurar la comprensión. A diferencia de una clase expositiva aquí, es un espacio de conversación, si los miembros del club no han entendido es importante sacar el mismo tema en la próxima reunión.

Si es necesario, recomendamos el uso de imágenes y videos con el fin de aclarar las explicaciones y facilitar la comprensión.

## Reunión inicial

La primera reunión del club debe usarse para presentar al equipo y a los miembros. Después de este primer contacto, es interesante contextualizar en qué consiste la biología sintética. Además de hablar un poco sobre la historia de la biología sintética, es importante contextualizar la información, exponiendo proyectos y trabajos en el área, siempre con el fin de explicar detalles y términos técnicos que se posiblemente sean utilizados.

Recomendamos especialmente los artículos de Meng et al (2020) y Cameron et al (2014) para contextualizar la información a transmitir.

Sugerencia para la presentación de los miembros, preguntas que se pueden hacer:

"¿Cómo quieres que te llamen?"

"¿Cuál es tu área de estudio?"

"¿Por qué quieres saber más sobre biología sintética?"

### Material recomendado:

MENG, Fankang; ELLIS, Tom. The second decade of synthetic biology: 2010-2020. **Nature Communications**, [S.L.], v. 11, n. 1, 14 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-19092-2>.

CAMERON, D. Ewen; BASHOR, Caleb J.; COLLINS, James J.. A brief history of synthetic biology. **Nature Reviews Microbiology**, [S.L.], v. 12, n. 5, p. 381-390, 1 abr. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro3239>.

## Replicación de ADN

Este será el primer encuentro en el que se abordarán aspectos técnicos, por lo que es interesante contextualizar qué es el ADN, dónde se ubica y cuáles son sus funciones.

A partir de entonces, se debe explicar y dilucidar los mecanismos de reparación y replicación del ADN y su aplicación en Biología Sintética. El trabajo de van Nies et al. (2018) es un buen ejemplo de cómo la comprensión de este mecanismo llevó al desarrollo de piezas que reproducen el trabajo de la maquinaria celular, pero en un contexto libre de células.

### Material recomendado:

SCHRANK, Irene Silveira. Replicação do DNA. In: ZAHA, Arnaldo; FERREIRA, Henrique Bunselmeyer; PASSAGLIA, Luciane M. P. **Biologia Molecular Básica**. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2014. p. 111-132.

ALBERTS, Bruce *et al.* Replicação, reparo e recombinação do DNA. In: ALBERTS, Bruce *et al.* **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed. São Paulo: Artmed, 2017. p. 237-298.

VAN NIES, Pauline; WESTERLAKEN, Iija; BLANKEN, Duco; SALAS, Margarita; MENCÍA, Mario; DANELON, Christophe. Self-replication of DNA by its encoded proteins in liposome-based synthetic cells. **Nature Communications**, v. 9, n. 1, 20 abr. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-018-03926-1>.

### Transcripción

La tercera reunión debe realizarse para dilucidar los mecanismos de transcripción y modificaciones postranscripcionales, tanto para procariontes como para eucariontes. Es necesario enfatizar algunas partes, como los promotores, el factor sigma y los factores de transcripción que son componentes importantes para la comprensión y relevantes para el desarrollo y aplicaciones de la Biología Sintética.

En el artículo de revisión de Engstrom de 2017, podemos ver varias aplicaciones con ingeniería de transcripción. Entre ellos, el uso de promotores y terminadores diseñados para la modulación de la transcripción, así como la creación de interruptores booleanos que responden a diversas señales del entorno celular. El modelo de estudio se basó en *E. coli*, pero hay ejemplos del uso de estas herramientas en otros organismos.

### Material recomendado:

SCHRANK, Augusto. Transcrição. In: ZAHA, Arnaldo; FERREIRA, Henrique Bunselmeyer; PASSAGLIA, Luciane M. P. **Biologia Molecular Básica**. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2014. p. 205-232.

ALBERTS, Bruce *et al.* Como as células leem o genoma: do DNA à proteína. In: ALBERTS, Bruce *et al.* **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed. São Paulo: Artmed, 2017. p. 299-268.

ENGSTROM, Michael D.; PFLEGER, Brian F.. Transcription control engineering and applications in synthetic biology. **Synthetic And Systems Biotechnology**, v. 2, n. 3, p. 176-191, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.synbio.2017.09.003>.

## Traducción

En este cuarto encuentro, se deben aclarar los mecanismos de traducción y sus modificaciones postraduccionales. Haciendo énfasis en las diferencias entre los mecanismos de procariontes y eucariontes. Para ilustrar los conceptos, podemos mencionar el artículo de Jeffery M et al, 2020 que habla de la expansión del código genético generando un sistema que reconoce aminoácidos no convencionales.

### Material recomendado:

SCHRANK, Irene; VAINSTEIN, Marilene Henning. Transcrição. In: ZAHA, Arnaldo; FERREIRA, Henrique Bunselmeyer; PASSAGLIA, Luciane M. P. **Biologia Molecular Básica**. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2014. p. 205-232.

ALBERTS, Bruce *et al.* Como as células leem o genoma: do DNA à proteína. In: ALBERTS, Bruce *et al.* **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed. São Paulo: Artmed, 2017. p. 299-268.

THARP, Jeffery M.; KRAHN, Natalie; VARSHNEY, Umesh; SÖLL, Dieter. Hijacking Translation Initiation for Synthetic Biology. **Chembiochem**, [S.L.], v. 21, n. 10, p. 1387-1396, 2 mar. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/cbic.202000017>.

The background consists of two large triangles meeting at a point at the top. The upper triangle is a light purple color, and the lower triangle is a bright red color. The text is centered in the red triangle.

Módulo 2  
**INTRODUCCIÓN**

## Módulo 2 - Introducción

En el módulo 2, la participación de los miembros se vuelve más esencial, siendo esta intercalada con conferencias. Los miembros del club deben dividirse entre ellos, para investigar y responder a las preguntas que surjan, sugerimos algunos temas para la discusión. Estas preguntas tienen como objeto dilucidar partes de los procesos esenciales para la construcción del conocimiento.

Las conferencias deben seguir la misma dinámica que el módulo anterior. Enfatizando que las presentaciones de temas básicos deben ser realizadas preferentemente por una persona con experiencia. Teniendo en cuenta que el club cuenta con miembros de diferentes áreas, ellos mismos pueden ser los ponentes.

## Puertas lógicas y bases de circuitos genéticos

Objetivo de la reunión: Presentar los conceptos de Partes Biológicas y de manera lúdica correlacionarlos con el concepto de Partes en Ingeniería. Recomendamos la presentación de los conceptos de operadores booleanos, toggle switch, represores y circuitos autorreguladores. Estos conceptos permiten explicar los circuitos genéticos a los miembros.

### Material recomendado:

GARDNER, Timothy S.; CANTOR, Charles R.; COLLINS, James J.. Construction of a genetic toggle switch in *Escherichia coli*. **Nature**, [S.L.], v. 403, n. 6767, p. 339-342, jan. 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/35002131>.

ELOWITZ, Michael B.; LEIBLER, Stanislas. A synthetic oscillatory network of transcriptional regulators. **Nature**, [S.L.], v. 403, n. 6767, p. 335-338, jan. 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/35002125>.

## Técnicas de biología molecular aplicadas a la biología sintética

Objetivo de la reunión: Obtener una comprensión introductoria de las herramientas y técnicas biomoleculares utilizadas en los laboratorios, como la electroforesis en gel, las técnicas de transformación, la PCR y la clonación. Esto con el objetivo de promover un pensamiento aplicado de estas técnicas a la Biología Sintética.

### Material recomendado:

ALBERTS, Bruce *et al.* Como as células leem o genoma: do DNA à proteína. In: ALBERTS, Bruce *et al.* **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed. São Paulo: Artmed, 2017. p. 299-268.p. 501-578.

## Modelado computacional

Objetivo del encuentro: Mostrar las herramientas y bases de datos bioinformáticas más relevantes para el análisis y la comparación de la secuenciación del ADN, así como promover una noción introductoria del uso de estas herramientas y la interpretación de los resultados obtenidos. Contextualizar las herramientas dentro de la biología sintética. Algunas de las herramientas utilizadas para contextualizar los objetivos de esta clase son UniProt, RCSB PDB - Protein Data Bank, iGem Parts, BLAST y ClustalW

### Material recomendado:

Andreas D. Baxevanis et al, B. F. Francis Ouellette et al. **Bioinformatics: A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins**. 4. ed. Wiley, 2020. p. 187-212.

## Discusiones

En esta parte del módulo, los miembros del club comenzaron a tener un carácter más activo para el desarrollo del conocimiento, por lo que los separamos en grupos para que pudieran responder las preguntas que se habían planteado en conferencias anteriores.

Tenga en cuenta que estas preguntas son solo una sugerencia, se pueden plantear otras dudas, sugerimos la creación de grupos para aclarar dudas.

- A. El fenómeno de splicing alternativo permite la producción de varias proteínas a partir de un solo gen. Discuta la importancia de este proceso en la generación de anticuerpos por las células B. Describa otro ejemplo de splicing alternativo con importancia médica.
- B. La subunidad sigma de la ARN polimerasa reconoce la secuencia consenso. Explique el reconocimiento de la subunidad sigma al ADN y la activación de la transcripción, detalle la diferencia entre procariontes y eucariotes.
- C. De un ejemplo de un proyecto iGEM en el que se compararon construcciones con promotores fuertes y débiles, y de un proyecto que combinó el uso de promotores constitutivos e inducibles. Discutir los resultados obtenidos y la elección de promotores.
- D. Explicar y citar estudios sobre el uso del operón triptófano, comparar su mecanismo con el operón lac
- E. ¿Cuántos tipos de ARNt se describen en procariontes y cuántos en eucariotes? ¿Cuál es la razón de esta diferencia? ¿Cuántos tipos de aminoacil tRNA sintetetas tenemos? ¿Cómo producir un ARNt sintético? Nombre un proyecto que use ARNt sintético
- F. ¿Cuál es la relación entre la estructura del ribosoma y su función? ¿Diferencias entre procariontes y eucariotes? ¿Interacciones con otras proteínas? ¿Qué tan difícil es hacer un ribosoma sintético?
- G. Nombre dos proyectos en la literatura que involucran proteínas artificiales con estrategias de modificación de la traducción..





## Discusión: Splicing alternativo

Objetivo del encuentro: discutir la importancia del proceso de splicing alternativo en la generación de anticuerpos por células B. Además, ejemplificar el uso de este proceso en otras actividades médicas con el fin de contextualizar su aplicación.

### Material recomendado:

SCHAUB, Annalisa; GLASMACHER, Elke. Splicing in immune cells—mechanistic insights and emerging topics. **International Immunology**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 173-181, 1 abr. 2017. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/intimm/dxx026>

RIGHETTO, Germanna Lima. **SF2/ASF e SRPK2 : relação entre a maquinaria de splicing alternativo e o desenvolvimento da leucemia**. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Genética e Biologia Molecular, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013. (*Material in Portuguese*)

## Discusión: subunidad sigma de la ARN polimerasa

Objetivo del encuentro: explicar cómo se produce el reconocimiento de la subunidad sigma del ADN y la activación de la transcripción. Abordar la diferencia de este proceso entre organismos procariotas y eucariotas.

### Material recomendado:

YELLESWARAPU, Maaruthy; LINDEN, Ardjan J. van Der; VAN SLUIJS, Bob; PIETERS, Pascal A.; DUBUC, Emilien; GREEF, Tom F. A. de; HUCK, Wilhelm T. S.. Sigma Factor-Mediated Tuning of Bacterial Cell-Free Synthetic Genetic Oscillators. **Acs Synthetic Biology**, v. 7, n. 12, p. 2879-2887, 8 nov. 2018. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acssynbio.8b00300>.

## Discusión: proyectos iGEM centrados en el uso y elección de promotores

Objetivo del encuentro: proporcionar una discusión sobre cómo, en la práctica, funciona la elección de promotores fuertes y débiles, así como el uso combinado de promotores constitutivos e inducibles, a partir de los resultados encontrados en los proyectos discutidos.

### Material recomendado:

Team Northwestern University iGEM 2013. NU-TRALIZE! :

<http://2013.igem.org/Team:Northwestern>

Team SCAU-China iGEM 2018. Cupid Project:

<https://2018.igem.org/Team:SCAU-China>.

### **Discusión: Uso del operón triptófano y comparación de su mecanismo con el operón Lac**

Objetivo del encuentro: comprender cómo funciona el uso del operón triptófano y sus mecanismos de acción. Además, haz una comparación con el operón Lac, ya que este es uno de los operones más utilizados en la investigación.

#### **Material recomendado:**

Khan Academy. Gene regulation in bacterias:

<https://pt.khanacademy.org/science/biology/gene-regulation/gene-regulation-in-bacteria/a/overview-gene-regulation-in-bacteria>.

BJERRE, Karin; CANTOR, Mette D.; NØRGAARD, Jan V.; POULSEN, Hanne D.; BLAABJERG, Karoline; CANIBE, Nuria; JENSEN, Bent B.; STUER-LAURIDSEN, Birgitte; NIELSEN, Bea; DERKX, Patrick M. F.. Development of *Bacillus subtilis* mutants to produce tryptophan in pigs. **Biotechnology Letters**, [S.L.], v. 39, n. 2, p. 289-295, 3 nov. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10529-016-2245-6>.

Team UCopenhagen iGEM 2017. Incell CPH:

<http://2017.igem.org/Team:UCopenhagen/Project>

### **Discusión: ARNt en procariontas y eucariontas: cuántos hay, cuáles son las diferencias, cómo producir uno sintéticamente.**

Objetivo de la reunión: discutir cuáles son los diferentes tipos de tRNA que se describen en procariontas y eucariontas y qué los hace diferentes. Abordar los tipos de Aminoacil tRNA sintetasas que existen en la naturaleza así como la producción de este tipo de RNA de forma sintética.

#### **Material recomendado:**

Team: Austin-Texas. Project: Expanded Genetic Code Measurement Kit:

[http://2014.igem.org/Team:Austin\\_Texas](http://2014.igem.org/Team:Austin_Texas)

The Editors of Encyclopaedia Britannica. Transfer RNA. Encyclopædia Britannica. January 29, 2014.

RÉDEI, George P. Transfer RNA (tRNA). **Encyclopedia Of Genetics, Genomics, Proteomics And Informatics**, p. 2002-2004, 2008. Springer Netherlands. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-6754-9\\_17259](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-6754-9_17259).

### **Discusión: relación entre la estructura y función de los ribosomas, así como su interacción con otras proteínas.**

Objetivo del encuentro: establecer la relación entre función y estructura del ribosoma, destacando las diferencias entre procariotas y eucariotas. Además, abordar las interacciones que tiene esta estructura con otras proteínas y la dificultad de hacer un ribosoma sintético.

#### **Material recomendado:**

DEUSSER, Ellen. Heterogeneity of ribosomal populations in Escherichia coli cells grown in different media. **Molecular And General Genetics Mgg**, [S.L.], v. 119, n. 3, p. 249-258, set. 1972. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00333862>.

DEUSSER, Ellen; WITTMANN, Heinz-Günter. Biological Sciences: ribosomal proteins. **Nature**, [S.L.], v. 238, n. 5362, p. 269-270, ago. 1972. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/238269a0>.

ELLMAN, J.; MENDEL, D; SCHULTZ, P. Site-specific incorporation of novel backbone structures into proteins. **Science**, v. 255, n. 5041, p. 197-200, 10 jan. 1992. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1553546>.


### **Discusión: proyectos que involucran proteínas artificiales con estrategias de modificación de la traducción.**

Objetivo del encuentro: discutir el uso de proteínas artificiales como estrategia para modificar el proceso de traducción, promoviendo una mayor robustez en los procesos de control y traducción del entorno celular.

#### **Material recomendado:**

BARBER, Karl W; RINEHART, Jesse. The ABCs of PTMs. **Nature Chemical Biology**, v. 14, n. 3, p. 188-192, 14 fev. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nchembio.2572>.

LAJOIE, M.J. et al. Genomically Recoded Organisms Expand Biological Functions. **Science**, v. 342, n. 6156, p. 357-360, 18 oct. 2013. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1241459>

The background consists of two large triangles meeting at a point at the top. The upper triangle is a light purple color, and the lower triangle is a bright red color. The text is centered in the red triangle.

Módulo 3  
**BÁSICO**

## Módulo 3 – Básico

El tercer módulo tiene la función de iniciar la aplicación teórico-práctica de los conocimientos asimilados por los miembros a través de los otros 2 módulos. En cada reunión de este módulo, se discuten cuestiones que podrían aclararse más adelante, según el interés de los miembros. Estos temas pueden, en el futuro, convertirse en un proyecto de biología sintética desarrollado por el club.

La estructura de las reuniones es más descentralizada y dinámica, lo que requiere una participación más activa de los miembros. Los temas discutidos individualmente en cada reunión son desarrollados por los miembros mediante estudios de artículos relacionados. Así, permite una visión más completa al explorar diferentes ángulos de un tema determinado.

En este módulo, también deberíamos explorar conceptos básicos de bioinformática para remediar una actividad práctica que respete la distancia social debido a la pandemia. Es importante proponer ejercicios de alineación, identificación y agrupación de secuencias utilizando software en línea y abierto. También es posible invitar a miembros de los equipos de iGEM a compartir su experiencia en el desarrollo de proyectos y cómo la competencia ha impactado su carrera académica.

Una vez finalizado el módulo tres, se puede crear un grupo específico para desarrollar proyectos de biología sintética o incluso un equipo para iGEM.

## **Temas sugeridos para estudiar:**

### **1 - CRISPR**

Discuta el sistema CRISPR (pequeños grupos de repeticiones palindrómicas cortas intercaladas regularmente) como un mecanismo para la edición de genes. Hablar de su funcionamiento, ventajas y desventajas.

### **2 - Artemisinina**

La artemisinina es un antimalárico de alta importancia clínica y farmacológica, natural de la flor de la planta *Artemisia vulgaris*, su proceso de descamación requiere de técnicas y procesos industriales químicos y biológicos de gran relevancia.

### **3 - Biología sintética - ética y medios**

La biología sintética promueve impactos sociopolíticos de gran relevancia, extendiéndose en dominios de pensamiento y conocimiento diversos, como la bioética, la filosofía, la economía, entre otros. Trazar una discusión que comprenda estas relaciones es una forma válida de promover un conocimiento más integrado e interdisciplinario sobre la biología sintética.

### **4 - Biología sintética en la industria**

La biología sintética es un enfoque con alto potencial en la industria, promoviendo métodos de alto interés comercial y eco-sustentable. Los miembros podrían buscar aplicaciones ya en uso y proponer innovaciones.

### **6 - Limpieza de hormonas en la planta de tratamiento**

Los métodos actuales de tratamiento de aguas residuales no contemplan, al menos de manera eficiente, la eliminación de hormonas, que a su vez pueden impactar toda la cadena ecológica y diversos ecosistemas. La biología sintética es una excelente herramienta para el desarrollo de alternativas que aborden este problema.

### **7 - Mejora de diagnósticos inexactos**

Hay varias enfermedades de alto interés clínico que no se notifican o se diagnostican tardíamente. Una razón de esto son los diagnósticos inexactos, ya sea debido a la limitación inherente de la técnica o la naturaleza de la enfermedad. La biología sintética es capaz de atacar estos dos frentes a través de diferentes enfoques.



## Formulario de selección - Club de Biología Sintética

### Sesión 1

Nombre:

Teléfono:

Email:

¿Está disponible para asistir a las reuniones en la fecha y hora de las reuniones del club?

- Sí
- No

Nivel académico:

- Escuela Secundaria
- Graduado Universitario
- Máste
- Doctor/Doctora
- Otro

Si cursando:

Cuál es el nombre del curso:

En que etapa del curso te encuentras?





## Formulario de selección - Club de Biología Sintética

### Sesión 2

¡Cuéntanos acerca de tí!

En este proceso selectivo, la motivación del alumno cuenta más que las experiencias. Así que no te preocupes, ¡solo queremos conocerte mejor!

**¿Cómo se enteró del Club de Biología Sintética?**

**¿Has participado alguna vez en una iniciación científica? Si es así, ¿cuál fue su área de investigación? Cuéntanos un poco de tu experiencia.**

**¿Tienes experiencia en Biología Molecular, Biotecnología o Biología Sintética? Cuéntanos sobre tu interés en el área.**

**Habla sobre tus habilidades, cualidades y defectos y lo más importante, ¿cuáles son tus motivaciones que te influyeron para formar parte del Club de Biología Sintética?**