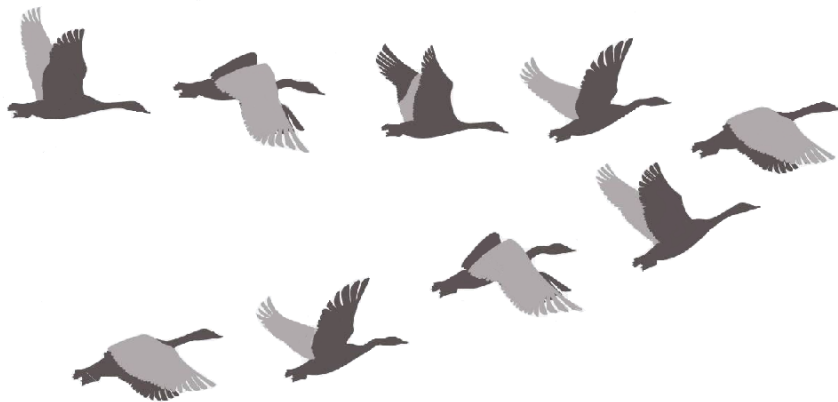


# TicoTuColeVirtual InnovaLab

**La distribución equilibrada que produce la interacción de diferentes componentes de un sistema**

**+** Sí

En un sistema complejo, los elementos individuales interactúan entre sí de manera no lineal, lo que puede llevar a la autoorganización en patrones.



**+** Entonces

**La autoorganización del sistema, facilitando la observación de patrones**

## Laboratorio 7

# Intercambio, extracción y simetría en INNOVALAB: tres engranajes de la autoorganización de un laboratorio transdisciplinar.

by Adrián García Campos

## Introducción

En el proyecto INNOVALAB, la experiencia trasciende la mera demostración y aplicación del conocimiento científico. Va más allá del dominio técnico de instrumentos de laboratorio o de las habilidades básicas de trabajo en equipo. Su verdadero valor radica en ofrecer un espacio propicio para la observación y el análisis de la dinámica grupal en contextos de aula marcados por la diversidad, una necesidad apremiante en el sistema educativo costarricense. Esta capacidad de atender entornos complejos representa una respuesta directa a los desafíos actuales en la enseñanza científica del país.

En el presente ensayo, se analizan los efectos de tres tipos de patrones, el intercambio, la extracción y la simetría, con el objetivo de describir el comportamiento observado en el desarrollo de las clases de laboratorio del curso.

En primer lugar, el patrón de intercambio, ejemplificado en el laboratorio a través de reacciones de precipitación o sistemas acoplados como péndulos conectados mediante resortes, evidencia el flujo constante de materia, energía o información entre las partes de un sistema. Desde la perspectiva de la dinámica compleja, este intercambio establece acoplamientos locales (como fuerzas, señales o procesos difusivos) que posibilitan la coevolución de las unidades individuales y la aparición de patrones globales como la sincronía, la coordinación o modos colectivos emergentes.

En segundo término, tenemos la extracción. Con el experimento de extracción de yodo a partir de Lugol se ilustra cómo este proceso permite a un sistema seleccionar y concentrar lo útil —trabajo, energía disponible o información relevante— dentro de un entorno ruidoso o heterogéneo. En química, este fenómeno se manifiesta como una partición de sustancias entre fases (por ejemplo, la migración del yodo hacia una fase más afín), mientras que en redes informacionales se asemeja a un proceso de integración sinérgica capaz de reconstruir señales ocultas a partir de fuentes aisladas.

Finalmente, el análisis de estructuras biológicas observadas mediante microscopía o estereoscopía permite comprender el papel fundamental de la simetría. Esta actúa como una invariancia —ya sea geométrica o funcional— que delimita los patrones posibles dentro de un sistema. La ruptura de simetría, en cambio, se presenta como una transición clave hacia la emergencia de orden: cuando un estado homogéneo da paso a una configuración espacial o temporal organizada (por ejemplo, patrones hexagonales o de franjas en sistemas tipo Turing, la bilateralidad en la morfogénesis, o el equilibrio entre realimentación directa e inversa en redes neuronales).

Cabe destacar que estas tres nociones no operan de manera aislada. El intercambio genera las condiciones necesarias para la extracción de señales o energía, y ambas se desarrollan dentro de marcos de simetría (o de su ruptura) que definen el espacio de patrones posibles. En conjunto, estas dinámicas permiten comprender la autoorganización: un tipo de orden que emerge sin la intervención de una dirección central, guiado por acoplamientos locales, selección de información y restricciones formales.

## El aula bajo entornos divergentes

En el contexto de la educación abierta —entendida como aquella que busca atender la diversidad para garantizar procesos educativos inclusivos—, la pérdida más significativa es, sin duda, la del control. Este control, inherente a modelos educativos más tradicionales y homogéneos, se ve desafiado cuando se prioriza la apertura hacia múltiples formas de pensamiento y expresión.

No obstante, persisten intentos por recuperar dicho control mediante la convergencia hacia lo conceptual, bajo la premisa de que la divergencia de ideas permanecerá dentro de ciertos límites definidos por marcos conceptuales establecidos. Se asume, por tanto, que la diversidad de pensamiento no transgredirá esas fronteras, evitando cualquier manifestación verdaderamente estocástica o espontánea. En consecuencia, se promueve una forma de linealización y estandarización de la diversidad, guiada por la creencia de que es el conocimiento básico —estructurado, sistemático y predecible— el que puede asegurar dicha convergencia.

Por lo tanto, en nuestro contexto, se copia un modelo para controlar, el cual está lejos de garantizar algo más allá de la memorización conceptual. En la dinámica de INNOVALAB, hemos vivido otra alternativa, que busca la autoorganización de su complejidad a partir de los siguientes 3 ejes:

### 1. Intercambio que acopla y coordina: el motor de INNOVALAB

En las diadas maestro–estudiante, la estructura de la interacción transforma el intercambio en un acoplamiento efectivo. Un estudio reciente utilizando espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIRS) en el contexto de aula invertida evidenció que las condiciones de interacción estructurada no solo mejoran el aprendizaje, sino que también incrementan la sincronía inter-cerebral (Li et al., 2024). En otras palabras, el diseño intencional del diálogo —mediante turnos conversacionales, verificación de comprensión y retroalimentación— actúa como un mecanismo de sincronización de las redes socio-cognitivas, potenciando el flujo compartido de información.

A nivel neuronal, estudios con registros frontoparietales en macacos han demostrado que el intercambio dirigido se reconfigura dinámicamente según la fase de la tarea. Durante la ejecución del movimiento, por ejemplo, la red cerebral modifica su topología funcional para acoplar de forma más eficiente la percepción, la memoria y la acción, reforzando los bucles de retroalimentación cuando es necesario estabilizar la conducta (Varley et al., 2023).

De manera análoga, en colectivos animales los acoplamientos informacionales también son concretos y medibles. En experimentos con peces cebra, mediante modelos híbridos de seguimiento y análisis de comportamiento (idtracker.ai, ReactNet, SocialNet), se ha observado que el intercambio se rige por la cinemática local. Específicamente, “el individuo focal da más peso a todo el espacio cuando los vecinos se desplazan a mayor velocidad... [y] el vecino adquiere mayor relevancia mientras más rápido se mueva” (Romero-Ferrero et al., 2023). La velocidad del vecino actúa, así como un marcador de confianza informacional, generando una propagación del mensaje desde los individuos informados hacia los no informados a lo largo del grupo.

En el entorno del aula, particularmente durante las actividades desarrolladas en el proyecto INNOVALAB, se ha evidenciado una dinámica grupal que guarda similitud con los fenómenos anteriormente descritos en neurociencia y etología. El intercambio configura una suerte de resorte invisible entre las unidades: sincroniza diadas mediante sincronía inter-cerebral (IBS), redistribuye el procesamiento entre áreas del conocimiento (a través de mecanismos de retroalimentación y enseñanza mutua), y favorece que los estudiantes menos informados sigan a quienes emiten señales cognitivas o conductuales más claras y fiables.

Desde esta perspectiva, la autoorganización no requiere una figura de control central, sino la existencia de acoplamientos informativos funcionales. En este marco, prácticas comúnmente estigmatizadas, como el acto de copiar en el aula, deberían ser recontextualizadas. Tradicionalmente interpretado como una señal de desinterés por aprender, copiar en entornos donde solo se transmite información puede convertirse en una estrategia meramente instrumental para obtener una calificación. Sin embargo, desde un enfoque educativo centrado en el aprendizaje significativo, copiar debe ser entendido como una estrategia natural de apropiación cultural y construcción de identidad.

Esta visión se alinea con nuestra propia fisiología: el cerebro humano cuenta con neuronas espejo, diseñadas para facilitar el aprendizaje por imitación. En este sentido, copiar no es un síntoma de carencia, sino una capacidad humana esencial que, debidamente orientada, puede transformar la repetición en comprensión, y la imitación en creatividad.

### 2. Extracción como selección de señal: INNOVALAB promueve estados cuánticos

Los docentes de ciencias naturales sabemos que, en la mecánica clásica, un estado físico se describe mediante valores precisos como la posición y el momento. Sin embargo, desde la mecánica cuántica se define un estado como

una superposición de posibilidades, proporcionando únicamente las probabilidades asociadas a los distintos resultados que podrían observarse al medir una propiedad física (observable). Es decir, el conocimiento del sistema es inherentemente probabilístico, no determinista.

En este contexto probabilístico, la extracción es una herramienta poderosa, que deberíamos aplicar los docentes para observar lo que están aprendiendo nuestros estudiantes si el entorno es divergente. Pero analicemos la idea anterior con ejemplos: En el ámbito de la química, un ejemplo claro de autoorganización ocurre durante las reacciones acuosas, donde el intercambio de iones genera procesos de autoextracción que resultan en la formación de un precipitado, tal como lo vivimos en el curso. Este fenómeno ocurre de forma espontánea, sin necesidad de intervención externa. Sin embargo, en estudios más recientes sobre sistemas de reacción-difusión, se ha observado que, al forzar periódicamente las condiciones de alimentación del sistema, es posible inducir o suprimir la aparición de estructuras espaciales organizadas, lo que se traduce una nueva forma de control.

En este contexto, la extracción puede entenderse como un proceso de selección de estados dentro de un paisaje dinámico de posibilidades cognitivas. Desde esta perspectiva, el docente asume un rol de diseñador pedagógico, en el que debe anticipar y orientar las extracciones de los distintos tipos de pensamiento que sus estudiantes pondrán en práctica durante el desarrollo de la clase. Esta labor implica no solo prever los posibles caminos de razonamiento, sino también crear condiciones estructurales que faciliten la emergencia de formas de pensamiento pertinentes y significativas en función del objetivo educativo.

Un fenómeno análogo ocurre en el funcionamiento de las redes neuronales, donde la extracción adopta la forma de sinergia: información que no está contenida en fuentes aisladas, sino que emerge de su combinación, esto brinda una ventana de posibilidades al proceso de aprender. En la transición entre instrucción, memoria y acción, Varley et al. (2023) documentan picos en los niveles de transferencia de información y sinergia durante la etapa de integración cognitiva, seguidos por un aumento de la redundancia durante la ejecución motora, lo cual facilita una difusión eficiente de la señal a través de la red. En este caso, el sistema neuronal primero extrae la pauta mediante integración no lineal y luego la difunde mediante mecanismos redundantes que aseguran la coherencia conductual.

En el contexto educativo, Li et al. (2024) sostienen que no es la cantidad de interacción entre estudiantes y docentes lo que predice el aprendizaje, sino la calidad del acoplamiento cerebral, medida como sincronía inter-cerebral (IBS) en la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC). Desde una perspectiva de ingeniería didáctica, se puede afirmar que la estructura de la interacción actúa como un medio selectivo, análogo a una fase micelar o un sistema acuoso bifásico (ATPS), que concentra la señal pedagógica y minimiza el ruido contextual. En tales condiciones, el grupo logra extraer la información relevante y, con ello, se autoorganiza como sistema adaptativo.

En este sentido, la extracción no solo representa un mecanismo físico o químico, sino también un principio epistémico fundamental que permite acceder a estados informativos ocultos —como los estados cuánticos— que únicamente pueden emerger cuando el sistema busca un principio conceptual capaz de organizar el pensamiento. Es precisamente este tipo de pensamiento estructurado lo que el cerebro valora, ya que le proporciona formas cognitivas adaptativas para enfrentar la incertidumbre y garantizar su supervivencia.

Así, la extracción funciona como una operación selectiva que convierte acoplamientos dispersos en direccionalidad funcional: escoge un patrón entre posibles configuraciones (por ejemplo, hexágonos frente a franjas, simetría bilateral sobre la radial), una pauta entre diversas formas de codificación sinérgica o una relación pedagógica eficiente (como el acoplamiento), todo con el objetivo de maximizar la información útil. El sistema, en última instancia, “solubiliza” lo informativo y “expulsa” lo superfluo, dando lugar a una estructura coherente que optimiza su funcionamiento.

### 3. Simetría, un orden emergente: De INNOVALAB surge la sincronización

En el marco del proyecto INNOVALAB, se plantea una propuesta educativa en la que la incertidumbre no se evita, sino que se habita, como parte esencial del proceso de construcción de conocimiento. Esta vivencia no persigue únicamente la convergencia hacia conceptos definidos, sino que busca explorar y diseñar mecanismos de control válidos dentro de entornos dinámicos y complejos, reconociendo que el conocimiento no se reduce a la replicación exacta de resultados.

En los enfoques tradicionales, es común que todos los subgrupos de estudiantes realicen el mismo experimento con el fin de demostrar y discutir los mismos resultados. Esta práctica tiende a reducir el laboratorio a una comprobación conceptual, centrada en los errores humanos y en la correcta manipulación de instrumentos, sin importar si se realiza una o diez veces. En contraste, la propuesta transdisciplinar de INNOVALAB promueve una dinámica distinta: autogestionar la incertidumbre sin eliminar la diversidad de variables presentes, entendiendo que el conocimiento básico es solo uno de los múltiples componentes que intervienen en el proceso de aprendizaje.

Sin embargo, gestionar la incertidumbre en un sistema educativo complejo no es una tarea sencilla. Requiere la implementación de mecanismos de control automáticos, es decir, estructuras que permitan al sistema funcionar con cierta autonomía: con vida, memoria y dirección propias, capaces de autorregularse. En este tipo de sistema, la ruptura de simetría es constante, lo que exige diseñar entornos con simetría radial, planificados intencionadamente por el docente. A diferencia de la simetría bilateral típica —donde el contenido del libro o de la pizarra debe coincidir con lo que el estudiante memoriza—, la simetría radial permite múltiples trayectorias de acceso al conocimiento, facilitando la emergencia y el diálogo entre distintas perspectivas. Aunque la simetría bilateral puede resultar útil en ciertos momentos, un plan de trabajo educativo contemporáneo debe también integrar formas de organización más abiertas y descentralizadas.

En INNOVALAB, cada grupo de trabajo opera en entornos distintos, pero converge hacia un mismo objetivo formativo. Por ejemplo, en el primer laboratorio, el patrón de observación propuesto era superar una visión reduccionista del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Se cuestiona aquí la idea de que basta con provocar diversidad para favorecer la inclusión, ya que una aplicación superficial de este principio puede invisibilizar lo colectivo. En cambio, se enfatiza cómo las interacciones sociales generan ideas emergentes, las cuales, al ser extraídas con intención, desencadenan una dinámica de repeticiones y retroalimentación espontánea dentro del grupo.

Un caso ilustrativo se da al conectar un conjunto de péndulos en el laboratorio: inicialmente se observa un estado de orden, seguido por un aparente desorden, y finalmente, la emergencia de una nueva forma de orden. Este comportamiento refleja lo que ocurre en ambientes divergentes bien diseñados, donde los patrones emergentes no son impuestos, sino que surgen de manera espontánea. Cuando el docente interrumpe este proceso para volver a la pizarra y explicar los conceptos de forma directa, el entorno se transforma en un espacio de orden forzado, inhibiendo la riqueza de la dinámica emergente.

## Conclusión

El proyecto INNOVALAB representa una experiencia educativa innovadora que desplaza el foco desde la transmisión de conocimiento hacia la creación de entornos complejos de aprendizaje, donde la autoorganización emerge como principio central del diseño didáctico. A través de una estructura transdisciplinar, el curso no se limita a la reproducción de conceptos o a la manipulación técnica de instrumentos, sino que promueve la interacción dinámica entre estudiantes, saberes y contextos diversos, reconociendo la incertidumbre como un componente formativo y no como un obstáculo.

La autoorganización en INNOVALAB se manifiesta en varios niveles interconectados:

- A **nivel cognitivo**, los estudiantes desarrollan la capacidad de gestionar múltiples tipos de pensamiento, gracias a un diseño pedagógico que no prescribe un único camino, sino que predice y posibilita distintas extracciones cognitivas según la trayectoria de cada grupo. Aquí, el conocimiento básico opera como punto de partida, pero no como fin último.
- A **nivel social y grupal**, las interacciones entre los participantes generan condiciones para la emergencia de ideas colectivas, que no están contenidas en ningún individuo por separado, sino que surgen de la sinergia del grupo. Esta dinámica, similar a los comportamientos observados en sistemas biológicos o neuronales, convierte al aula en un espacio de retroalimentación espontánea, donde el aprendizaje no se impone, sino que se organiza desde dentro.

- A **nivel estructural**, el docente actúa como diseñador de un entorno simétricamente radial, en lugar de imponer una simetría bilateral que limite las formas de participación. Esta planificación permite que el sistema educativo funcione con cierta autonomía: con memoria, dirección y mecanismos de autorregulación propios, capaces de adaptarse a rupturas y reorganizarse sin perder coherencia.
- A **nivel epistemológico**, se reconoce que procesos como la extracción, el intercambio y la simetría son fundamentales para comprender cómo el conocimiento se organiza en sistemas complejos. Estos conceptos, tomados de la física, la química y la neurociencia, ofrecen analogías potentes para comprender la dinámica del aprendizaje en INNOVALAB: un entorno donde se seleccionan patrones informativos, se propagan señales cognitivas, y se descarta lo irrelevante a favor de estructuras significativas.

En síntesis, INNOVALAB es un curso autoorganizado, no en el sentido de ausencia de dirección, sino en tanto que las condiciones para el aprendizaje emergen desde la interacción entre múltiples elementos bien diseñados: diversidad de entornos, objetivos compartidos, mecanismos de control implícitos, y apertura al error, la variabilidad y la incertidumbre. Esta autoorganización permite que el aprendizaje no sea lineal ni uniforme, sino emergente, distribuido y adaptativo, alineado con los desafíos reales de la educación contemporánea y con una visión más orgánica y viva del conocimiento.

## Referencias

- Dúzs, B., Holló, G., Kitahata, H., Ginder, E., Suematsu, N. J., Lagzi, I., & Szalai, I. (2023). Appearance and suppression of Turing patterns under a periodically forced feed. *Communications Chemistry*, 6(1), 3. <https://doi.org/10.1038/s42004-022-00800-6>
- Li, Q., Wang, D., Xiao, W., Tang, Y., Sun, Q., Sun, B., & Hu, Z. (2024). Structured interaction between teacher and student in the flipped classroom enhances learning and interbrain synchrony. *npj Science of Learning*, 9, 73. <https://doi.org/10.1038/s41539-024-00286-y>
- Romero-Ferrero, F., Heras, F. J. H., Rance, D., & de Polavieja, G. G. (2023). A study of transfer of information in animal collectives using deep learning tools. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 378(1870), 20220073.
- Varley, T. F., Sporns, O., Schaffelhofer, S., Scherberger, H., & Dann, B. (2023). Information-processing dynamics in neural networks of macaque cerebral cortex reflect cognitive state and behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(2), e2207677120.

# Protocolo de uso y seguridad del laboratorio de Ciencias Naturales

## Introducción

Este protocolo establece las normas de acceso, seguridad, manejo de sustancias y procedimientos generales para el uso del Laboratorio de Ciencias Naturales. Su finalidad es prevenir accidentes, proteger la salud de estudiantes y docentes, y garantizar el uso adecuado de los recursos disponibles.

## Objetivos

- Garantizar la seguridad personal y colectiva.
- Prevenir incidentes por uso inadecuado de materiales, equipos y sustancias.
- Regular el acceso y la utilización del laboratorio.
- Establecer medidas específicas para la manipulación de sustancias peligrosas y biológicas.
- Contar con un plan de acción en caso de emergencias.

## Normas Generales de Seguridad y Comportamiento

- Lectura obligatoria de instrucciones antes de realizar cualquier práctica.
- Reportar inmediatamente accidentes, derrames o material defectuoso.
- Mantener orden y limpieza antes, durante y después de las prácticas.
- Evitar correr, empujar, gritar o jugar dentro del espacio.
- Conocer las rutas de evacuación y la ubicación de duchas de emergencia.

## Equipo de Protección Personal (EPP)

Los siguientes elementos son de uso obligatorio en el laboratorio:

- Bata de laboratorio: manga larga, resistente a salpicaduras. Debe permanecer siempre cerrada y no se permite su uso fuera del laboratorio.
- Guantes de nitrilo: resistentes a sustancias químicas, desechables, sin talco. Se deben desechar tras cada uso en contenedor especial.
- Gafas de seguridad: envolventes, de policarbonato, uso obligatorio con líquidos corrosivos o a presión.
- Respirador con filtro: según sustancia a utilizar. Requiere filtros reemplazables.
- Zapatos cerrados antideslizantes: obligatorios en todo momento.

- Cabello largo: debe permanecer recogido.

### **Manejo de Sustancias Químicas y Biológicas**

- Clasificación de sustancias: corrosivas (ej. ácido clorhídrico), inflamables (ej. etanol), tóxicas (ej. metanol), irritantes (ej. amoníaco) y biológicas (ej. cultivos bacterianos).
- Es obligatorio leer la Hoja de Datos de Seguridad (SDS) antes de utilizar cualquier sustancia.
- Todas las sustancias deben estar etiquetadas según el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), incluyendo pictogramas, advertencias y consejos de prudencia.
- Manipulación controlada: no pipetear con la boca, usar campana extractora si hay vapores, etiquetar recipientes secundarios.
- Almacenamiento: no mezclar ácidos con bases o inflamables; usar armarios ventilados.
- Eliminación de residuos: clasificar residuos (químicos, biológicos, punzocortantes), depositar en contenedores rotulados y seguir indicaciones del docente.

### **Higiene y Primeros Auxilios**

- Lavarse las manos antes de salir del laboratorio, después de usar guantes o manipular sustancias irritantes.
- Implementos disponibles: jabón líquido neutro, esponja y toallas absorbentes.
- Uso obligatorio de ducha de emergencia y lavaojos en caso de contacto con piel u ojos (mínimo 15 minutos de lavado).
- Retirar ropa contaminada y acudir al centro médico.

### **Manejo del Equipo de Laboratorio**

- El equipo de informática (computadora, proyector) debe usarse únicamente para fines académicos.
- Los instrumentos sensibles (microscopio, balanza, sensores Smart Cart) se manipulan con guantes limpios y cuidado especial.
- Reportar inmediatamente cualquier daño o material defectuoso al asistente responsable.
- Mantener mesas, pilas y muebles en buen estado.

### **Procedimientos en Caso de Emergencia**

- Derrames químicos: usar kit de derrames, ventilar el área, usar EPP completo.

- Contacto con piel u ojos: lavar con abundante agua por al menos 15 minutos, retirar ropa contaminada y acudir a atención médica.
- Incendios: activar alarma, evacuar de forma ordenada y utilizar extintores tipo ABC solo si se tiene capacitación.
- Exposición biológica: lavar la zona afectada con agua y jabón, reportar y seguir protocolo post-exposición.

# Laboratorio de Didáctica

## Patrón

Un sistema se autoorganiza en función de la energía extrapola sus efectos a otro sistema, lo que facilita la interconexión entre los sistemas, provocando una dependencia.

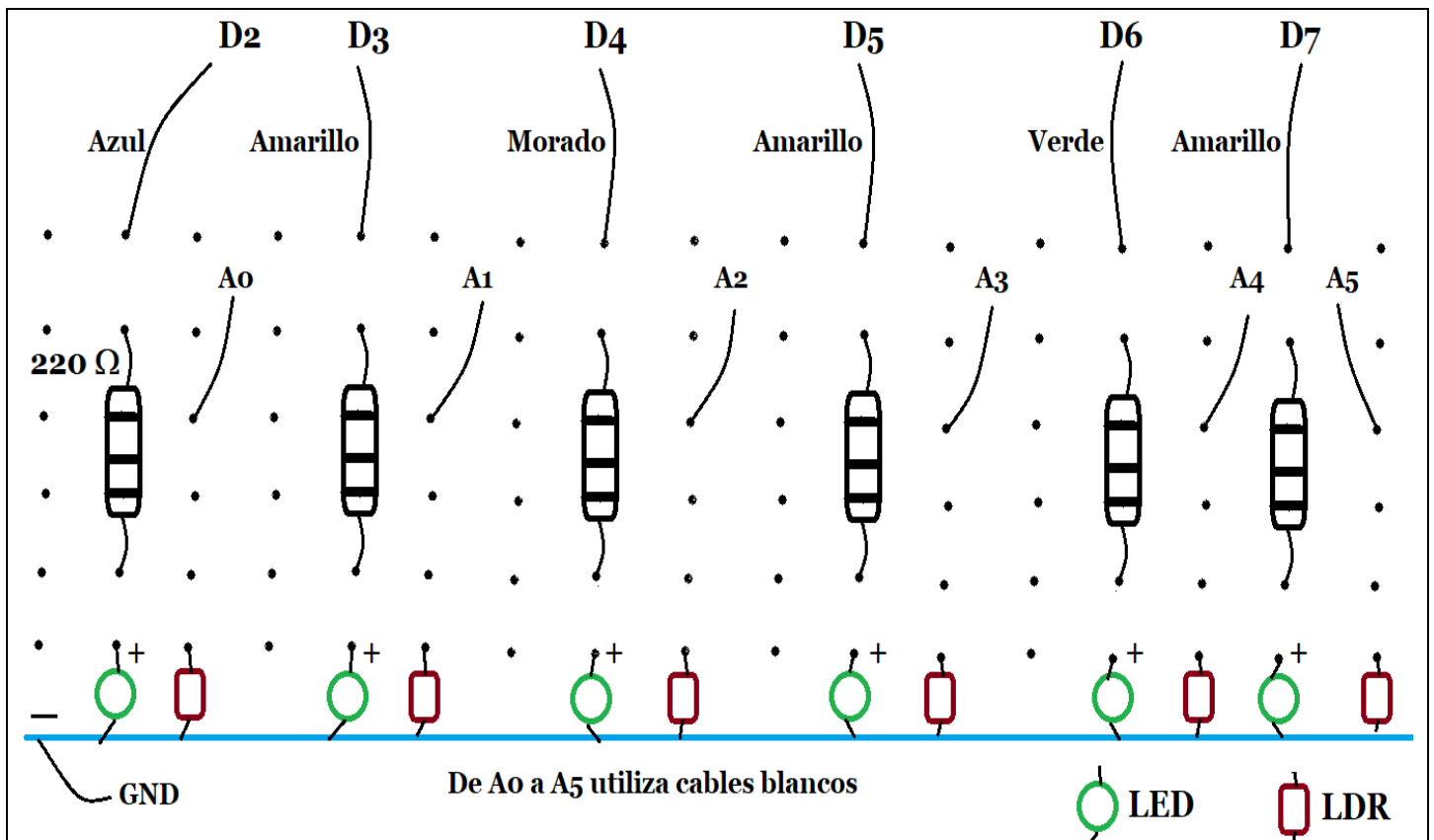
### Materiales

- 1 Arduino UNO
- 6 × LED difuso (5 mm) +
- 6 × resistencias 220 Ω.
- 6 × LDR
- Protoboard,
- Jumpers.
- Tira de cartón para separar ópticamente vecinos y reducir crosstalk.

Integrantes

### Procedimiento

- Construye el siguiente sistema.



- Compila el código que diseñó la IA.
- Analiza el comportamiento del sistema.

## Resultados

- Describe el comportamiento del circuito.

--

- La sincronización en un sistema complejo.

¿Cuál componente electrónico sincroniza el comportamiento colectivo?	¿Qué condiciones son necesarias para que ocurra la sincronización?
--	--

## Preguntas

- Describa lo que entiende por incertidumbre, según los siguientes criterios:

Los instrumentos	
Las reglas de seguridad	
La dinámica de la clase de laboratorio	
La matemática empleada	
Los resultados obtenidos en el laboratorio	

- ¿Cómo equilibras el colectivo y al mismo tiempo recuperar el control si la incertidumbre esta presente en los modelos educativos abiertos?

# Laboratorio de Biología

## Patrón

La autoorganización es la aparición de orden global (patrones estables o dinámicos) a partir de interacciones locales sin un “director central”.

### Materiales

- Microscopio óptico.
- Cámara del microscopio.
- Muestras.
- Levadura seca.
- Azúcar invertida
- Azul de metileno 0,01%.
- Agua destilada
- Frasco de 250 mL con tapa suelta
- Termómetro

Integrantes

### Seguridad

- Usar guantes, gafas, y cabello recogido.
- No comer ni beber en el laboratorio.

### Procedimiento

#### Parte A: Microscopio

- Prepare una muestra.
- Revise que el microscopio este en su posición de inicio.
- Observa bajo el microscopio las muestras (lente amarillo), y realice mediciones (en micrómetros) del ser vivo que observa.
- Anote lo que observa, en función de las diferentes simetrías, en cada caso en el siguiente espacio:

#### Parte B: Actividad metabólica de las levaduras.

- Coloca 3 g de levadura y 4 ml de azúcar invertida en un tubo de ensayo.
- Añade 3 mL de agua a 30 °C. Utilice el termómetro.
- Agrega 1 gotas de azul de metileno 1% y mezcla.
- Anota lo que observas en el siguiente espacio:

--

**Resultados.**

- Anota las observaciones en el siguiente cuadro:

Parte a		Parte b		
Condición	Característica	Estado	Reacción dominante	Color
Sin regular pH		Con oxígeno		
Regulando pH		Sin oxígeno		

**Preguntas**

1. Identifica los indicadores que permiten extraer ideas en las dos partes del laboratorio.

--	--

# Laboratorio de Química

## Patrón

Oscilación y acoplamiento, incertidumbre vs. colectiva, latencia/cadencia, propagación de error.

## Materiales

- Ácido cítrico anhidro ( $C_6H_8O_7$ ).
- NaOH.
- Carbonato de sodio
- Sulfato de cobre (II) pentahidratado ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ )
- Agua destilada
- Erlenmeyer
- Arándanos
- Etanol 96%
- Mortero
- Filtro

Integrantes del grupo

## Seguridad

Gafas, guantes; no ingerir reactivos; el  $H_2O_2$  al 3 % es irritante; yodo puede manchar.

## Procedimiento

### Parte a: Reactivo Benedict

- **Solución de "citrato":** En un erlenmeyer, agrega la pastilla magnética y disuelve 11,3 g de ácido cítrico en ~35 mL de agua destilada. Agita. Agregando poco a poco y con agitación, incorpora 7 g de NaOH (CUIDADO: reacción exotérmica). Mezcla hasta disolver.
- **Solución alcalina de carbonato:** En otro erlenmeyer, disuelve 27 g de  $Na_2CO_3$  en ~35 mL de agua caliente (50–60 °C). Luego enfría a  $T^\circ$  ambiente.
- **Solución de cobre:** En un tercer erlenmeyer, disuelve 1,7 g de  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  en ~20 mL de agua.
- **Mezclado final:** Al erlenmeyer que contiene el citrato, agrégale la solución de carbonato y agita. Luego agrega la solución de cobre muy lentamente en hilo fino, con agitación vigorosa y continua. Debe quedar azul claro traslúcido. Si aparece turbidez azul (precipitado), detén el agregado, agita 1–2 min; suele aclarar.
- **Evalando:** Prepare en 4 tubo de ensayo con las siguientes sustancias: Dulce con 5 ml de agua, azúcar con 5 ml de agua, 5 ml de leche y 5 ml de jugo comercial. Luego agregue 3 ml del reactivo Benedict a cada tubo de ensayo. Caliente los tubos en baño maría. Anote lo que observa en el siguiente espacio:

Dulce	Azúcar	Leche	Jugo

### Vencimiento del reactivo Benedict (vida útil)

- A temperatura ambiente (20–25 °C): 3 meses desde la fecha de elaboración.
- Refrigerado (2–8 °C): 6 meses desde la fecha de elaboración.

### Parte b: Comparando con física

- Macerar los 10 g de arándanos hasta romper bien la piel y pulpa. Luego viértalo en un beaker.
- Verter 100 mL de agua caliente (60-80 °C) sobre la pulpa.
- Agitar o mezclar 10-15 min (no hervir).
- Filtrar.
- Agregar 10 ml de etanol al 96%.
- **Evaluando:** En un tubo de ensayo, coloca 1 ml de HCl y agrega unas gotas del jugo de arándano. Luego en otro tubo agregue una punta de espátula de NaOH (CUIDADO: muy corrosivo), 5 ml y unas gotas del jugo de arándano.
- Anote lo que observa en el siguiente espacio:

Ácido	Base

### Vencimiento del jugo de arándanos (vida útil)

- Refrigerado (4–8 °C), sin alcohol: 7–10 días.
- Refrigerado, con 10–20% etanol: 1–2 meses.
- Congelado en alícuotas: hasta 4–6 meses (descongela solo lo necesario).

### Preguntas

1. Identifica los indicadores que permiten extraer ideas en las dos partes del laboratorio.

--

2. Describe 2 ideas que se pueden extraer según lo observado en las dos etapas del laboratorio.

--

# Laboratorio de Química

## Patrón

El sistema exhibe autoorganización donde los códigos (reglas) locales condicionan la complejidad transformándose en un mecanismo de control y del que emergen patrones.

### Materiales

- Azúcar invertida.
- NaOH.
- Azul de metileno 1%.
- Agua destilada.
- Erlenmeyer.

Integrantes

## Seguridad

- Gafas, guantes, bata.

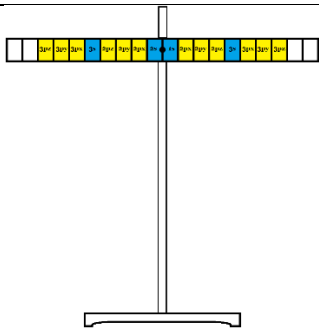
## Procedimiento

### Parte A: Cinética y óxido-reducción

- En el erlenmeyer: mezcla 50 mL de agua + 20 ml g de azúcar invertida. Luego 5 gotas de azul de metileno 1%.
- En otro erlenmeyer, agrega 5 g de NaOH en 30 ml de agua destilada. Completa con agua hasta 100 mL y tapa.
- Anota lo que observas.

### Parte B: Palanca o configuración electrónica

- Construya el siguiente sistema



Represente en la palanca los electrones del boro (representados por las tuercas) y explique lo que ocurre a estos en ese sistema.

Según los indicadores de cada sistema (parte y b), cuales son comunes para ambos.