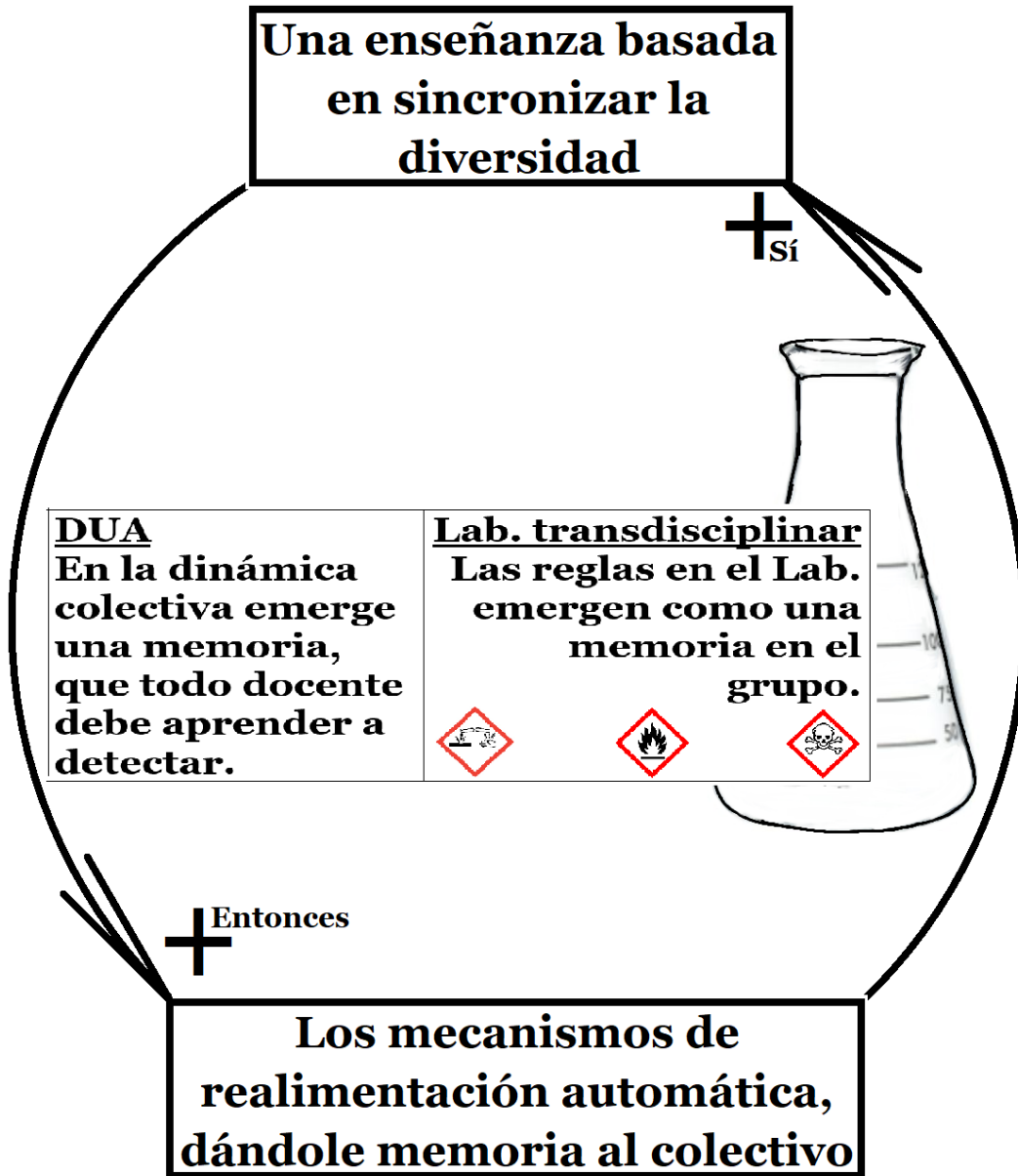


TicoTuColeVirtual InnovaLab



Laboratorio 4

Aprender como sistema complejo: cuando el individuo se educa desde la inteligencia colectiva del aula

by Adrián García Campos

Introducción

El aprendizaje de una persona no es una línea recta ni un proceso aislado: es un entramado de interacciones, retroalimentaciones y adaptaciones que se despliegan en múltiples escalas (del “micro” de la cognición individual al “meso” del grupo y el “macro” de la institución). La ciencia de los sistemas complejos ofrece un marco fértil para comprender ese entramado: enfatiza la no linealidad, la autoorganización, las dinámicas multiescala y la emergencia de patrones globales a partir de reglas locales. Aplicar este marco al aula permite pasar de “enseñar a individuos” a diseñar condiciones colectivas que potencien la inteligencia distribuida y la transferencia del grupo al individuo. En este ensayo se analizan las características complejas del aprendizaje individual y se argumenta, con base en evidencia reciente, por qué y cómo el colectivo del aula puede amplificar ese aprendizaje.

1) El aprendizaje individual como sistema complejo

Una persona que aprende se comporta como un sistema adaptativo complejo: integra señales internas (motivación, memoria, autorregulación) y externas (tareas, pares, docente) con acoplamientos no lineales; pequeñas variaciones iniciales pueden producir trayectorias muy distintas de rendimiento y compromiso. La investigación educativa basada en mejorar el aprendizaje, debe incorporar explícitamente una “revolución de sistemas complejos” que abrace la heterogeneidad, la incertidumbre y las diferencias individuales, por su mayor realismo frente a modelos lineales y agregados.

Desde la ciencia de la complejidad en general, se ha subrayado que muchos sistemas reales requieren marcos alternativos a los supuestos clásicos: hacer match entre la complejidad del entorno y la del sistema, analizar propiedades emergentes, y considerar compromisos entre eficiencia y adaptabilidad.

2) El aula como sistema socio-cognitivo complejo

El aula no es la simple suma de estudiantes: es una red socio-cognitiva en la que la coordinación atencional, la sincronización temporal y las reglas locales (turnos, preguntas, andamiajes) dan lugar a propiedades emergentes (por ejemplo, climas participativos, normas epistémicas compartidas o “modos” colectivos de resolución de problemas). La literatura reciente ha descrito la sincronía inter-cerebral (interbrain/brain-to-brain synchrony) como un marcador de acoplamiento entre personas que, en contextos educativos, predice el aprendizaje. Una meta-análisis resume que existe “una correlación positiva robusta entre la sincronización neural interpersonal (INS, siglas en inglés) y resultados de aprendizaje”.

En entornos de clase, estudios con EEG (Electroencefalograma) y fNIRS (Espectroscopia funcional en el infrarrojo cercano) reportan que la sincronización alumno-alumno y alumno-docente se asocia a mejores desempeños e, incluso, permite localizar dinámicas temporales que reflejan procesos de comprensión lingüística. En un experimento de aula simulada, se observó que la “sincronía entre estudiantes predijo tanto el postest inmediato como el diferido” y que la sincronía docente-estudiante se alineó con un retardo de ~300 ms coherente con el procesamiento del habla. Dicho de otro modo, el rol del docente no es utilizar el sensacionalismo de la clase o su dominio teórico para controlar el colectivo, sino que su rol recae en sincronizarse, copiar y ser copiado, a tal punto que sus estudiantes pueden predecir cómo serán evaluados.

3) ¿Por qué el aprendizaje desde lo colectivo potencia al individuo?

a) Acoplamiento atencional y codificación compartida: El aprendizaje surge con más fuerza cuando varias mentes atienden juntas y co-construyen significado; la sincronía neuronal y conductual refleja ese acoplamiento y anticipa el rendimiento. La evidencia en aulas reales muestra que el acoplamiento del estudiante con el grupo o con pares expertos se relaciona con notas finales, con diferencias según la disciplina (p. ej., matemáticas vs. lengua).

b) Efectos de la interdependencia y la colaboración: La cooperación y la colaboración —con o sin soporte tecnológico— muestran, en promedio, mejoras de logro académico y compromiso; pero sus efectos dependen de moderadores de diseño (modo de interacción, tamaño de grupo, duración, dominio). En meta-análisis recientes se destaca, por ejemplo, que grupos de 2 a 4 integrantes tienden a ser especialmente eficaces para tareas colaborativas.

c) Diversidad informacional y diseño de redes: La ciencia de redes de la inteligencia colectiva muestra que la superioridad del grupo frente al individuo depende de cómo fluye la información. El “rompecabezas esencial” sigue siendo “si el juicio colectivo de un grupo superará al de un individuo inteligente”. Los patrones de centralización y la eficiencia informacional modulan el desempeño: estructuras descentralizadas y con flujo moderado ayudan a preservar la diversidad y evitan la dominancia temprana de voces influyentes.

d) Transferencia grupo→individuo y agencia ampliada: El trabajo con otros expone al aprendiz a estrategias, explicaciones y errores de terceros; esa varianza social amplía el espacio de hipótesis personales y favorece la transferencia de competencias al rendimiento individual. Cuando la interacción está bien orquestada, el alumno internaliza prácticas del colectivo y ajusta su metacognición con feedback continuo. La sincronía inter-cerebral docente-alumno en fases de interacción estructurada es una huella de ese proceso.

4) “Aprendizaje basado en la complejidad de lo colectivo”: principios de diseño

Este enfoque —coherente con el marco de sistemas complejos— propone diseñar condiciones locales que desencadenen autoorganización y emergencia deseable en el aula, maximizando el beneficio individual.

- **Tres niveles acoplados (micro–meso–macro).** Concebir a la clase como entidad emergente guía decisiones curriculares y de evaluación: las “interacciones sincrónicas entre los miembros generan una organización cognitivo-social compartida”, con implicancias de diseño y evaluación a nivel de clase.
- **Heterogeneidad y roles rotativos.** Maximizar diversidad funcional (p. ej., roles de sintetizador, crítico, modelador) y rotación para evitar cuellos de botella informacionales. La heterogeneidad es un activo, no un “ruido”.
- **Estructurar la interacción (no el pensamiento).** Usar guiones colaborativos livianos, turnos, prompts de explicación y andamiajes que densifiquen el intercambio sin cerrar el espacio de soluciones. La evidencia indica que la interacción estructurada eleva el aprendizaje y la sincronía.
- **Tamaño y topología del grupo.** Preferir células de 2–4 para tareas de alta interdependencia, y redes descentralizadas (evitar “hub” único) para proteger ideas minoritarias y sostener diversidad informacional.
- **Métricas y retroalimentación multiescala.** Complementar evaluaciones individuales con indicadores colectivos (p. ej., participación distribuida, reciprocidad, variedad de estrategias, estabilidad/variabilidad en el tiempo). La perspectiva de sistemas complejos sugiere monitorizar dinámicas y transiciones más que “promedios estáticos”.
- **Rituales de sincronización y atención compartida.** Breves prácticas de co-atención y co-explicación (p. ej., “explica-tu-razonamiento-en-voz-alta a un par, luego sintetiza para el grupo”) que faciliten el acoplamiento socio-cognitivo.

5) Riesgos de diseño y cómo mitigarlos

La complejidad también habilita emergencias no deseadas (p. ej., conformismo, dominancia de un líder de opinión, polarización, “falsos consensos”). La evidencia de redes advierte que redes hipercentralizadas pueden acelerar la convergencia en soluciones subóptimas; por el contrario, estructuras descentralizadas y moderadamente “ineficientes” protegen ideas impopulares hasta que demuestren su valor.

Asimismo, la literatura reciente sobre aulas como entidades dinámicas subraya la posibilidad de emergencias negativas y recomienda preparar a los docentes para gestionar sistemas complejos (sensores sociales, rediseño de reglas locales, reconfiguración de grupos).

6) Implicaciones prácticas (síntesis operativa)

- Diseñe interacciones estructuradas y frecuentes de co-explicación/retroalimentación; evite “pseudointeracción” sin propósito.
- Trabaje con células pequeñas (2–4) y reconfigure agrupamientos para preservar diversidad y reducir centralización.
- Monitoree dinámicas (no solo resultados): atención compartida, participación, reciprocidad, cambios de estado (p. ej., señales de “desenganche” colectivo).
- Forme al profesorado para actuar como diseñador de condiciones en sistemas complejos (no como controlador lineal). En mentorías y comunidades de práctica, pensar el dispositivo como CAS mejora diseño y evaluación.

Conclusión

Desde la perspectiva de los sistemas complejos, el aprendizaje individual se expande cuando ocurre en y con el colectivo del aula. La sincronía (neural, conductual, discursiva) es una señal de acoplamiento útil; la diversidad informacional y el diseño de redes definen cuánto de la inteligencia del grupo se transfiere al individuo. El aprendizaje basado en la complejidad de lo colectivo propone, en suma, pasar de transmitir contenidos a curar condiciones: reglas locales, roles, topologías y ritmos de interacción que induzcan autoorganización y emergencia de prácticas epistémicas superiores, con beneficios verificables para cada estudiante.

Bibliografía consultada

- Centola, D. (2022). The network science of collective intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 26(11), 923–940.
- Davidesco, I., Laurent, E., Valk, H., West, T., Milne, C., Poeppel, D., et al. (2023). The temporal dynamics of brain-to-brain synchrony between students and teachers predict learning outcomes. *Psychological Science*, 34(5), 633–643.
- 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.
- Sagr, M., Schreuder, M. J., & López-Pernas, S. (2024). Why educational research needs a complex system revolution that embraces individual differences, heterogeneity, and uncertainty. En *Learning Analytics Methods and Tutorials* (pp. 723–734). Springer.
- Siegenfeld, A. F., & Bar-Yam, Y. (2020). An introduction to complex systems science and its applications. *Complexity*, 2020, 6105872.
- Teo, M. Y. K., Ibrahim, H., Lin, C. K. R., et al. (2024). Mentoring as a complex adaptive system – a systematic scoping review of prevailing mentoring theories in medical education. *BMC Medical Education*, 24, 726.
- Xu, X., & cols. (2025). The effectiveness of technical-supported collaboration in promoting students' learning outcomes: a meta-analysis based on empirical literature. *Humanities and Social Sciences Communications*.

Zhang, L., Xu, X., Li, Z., Chen, L., & Feng, L. (2022). Interpersonal neural synchronization predicting learning outcomes from teaching-learning interaction: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 13, 835147.

Zhang, J., Chen, P., Li, B., et al. (2023). Inter-brain coupling reflects disciplinary differences in real-world classroom learning. *npj Science of Learning*, 8, 11.

Gómez Virgilio, L., & Sampieri-Cabrera, R. (2025). The class, an emerging dynamic entity: an approach from neurolearning and social sciences. *Journal of Neuroeducation*, 6(1). <https://doi.org/10.1344/joned.v6i1.49660>

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

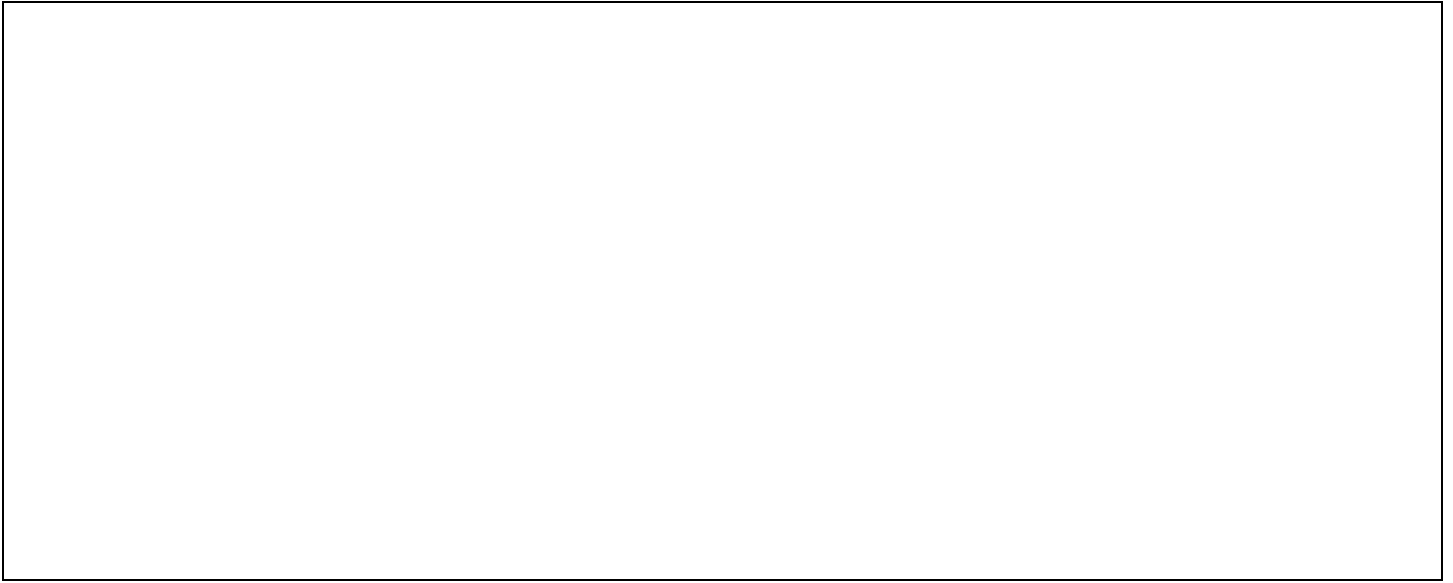
- El equipo de informática (computadora, proyector) debe usarse únicamente para fines académicos.
- Los instrumentos sensibles (microscopio, balanza, sensores Smart Cart) se manipulan con guantes limpios y cuidado especial.
- Reportar inmediatamente cualquier daño o material defectuoso al asistente responsable.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

- Describa la incertidumbre de los instrumentos que utilizó.



- Construya la gráfica V vrs t . Utilice el papel milimétrico.
- Calcule la pendiente de la gráfica ajustada.



Preguntas

1. Analiza las tres situaciones y describe tu postura al respecto.

Estrategia en clase: DUA	Estrategia en el laboratorio: Minimizar el error	Estrategia magistral: Sistema educativo tradicional
El DUA se organiza en tres principios que orientan el diseño de experiencias inclusivas: <ul style="list-style-type: none">• Múltiples medios de implicación (el por qué): opciones para motivación, interés y autorregulación.• Múltiples medios de representación (el qué): presentar la información de diversas formas.• Múltiples medios de acción y expresión (el cómo): diferentes vías para que el estudiantado demuestre lo que sabe.	Para minimizar el error y la incertidumbre en el laboratorio se suelen repetir varias veces la misma medida con el objetivo de mejorar la precisión de los datos. Esta acción es necesaria debido a que los errores humanos y de instrumentos son posibles; sin embargo, a pesar de esta estrategia, la incertidumbre no desaparece por completo de la medición. Piensa un momento en la incertidumbre provocada por una única medida.	La clase magistral, posee una única dirección donde el docente, comparte su saber y los estudiantes reciben, no hay interacción ni realimentación. El estudiante debe asimilar y repetir lo que se le enseñó, pues hay una verdad absoluta que ocupa interiorizar.

- a. Si analizas los 3 contextos, el patrón es “REPE'TIR”, según tu experiencia en medir conocimiento científico, diseña una estrategia de enseñanza basada en la incertidumbre.
- b. Las reglas de seguridad apoyan el laboratorio para disminuir la incertidumbre del entorno (no solo lo conceptual tiene incertidumbre). Incorpora las reglas de seguridad a la estrategia anterior, para controlar la incertidumbre colectiva del aula (en lo colectivo también hay incertidumbre).

Laboratorio de Química

Patrón

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

Materiales

- Bureta 50 mL
- Pipeta 10 mL
- Probeta
- Matraz Erlenmeyer
- Balón aforado 50 mL
- Balón aforado 200 mL
- Fenolftaleína
- Agua destilada
- Balanza ($\pm 0,01$ g)
- Embudos
- $\text{HCl}_{(\text{ac})}$
- NaOH

Integrantes

Procedimiento

Parte A: Preparación de las concentraciones

Preparación del HCl al 0,2 M	Preparación del NaOH al 0,2M
Realice los cálculos para preparar una concentración de 0,2M de HCl. Si se tiene que realizar la dilución en un balón aforado de 50 mL (= 0,05 L), determine los mililitros(V1) de HCl que se deben extraer.	Realice los cálculos para determinar la cantidad en gramos de NaOH que debe utilizar para obtener una concentración de 0,2M de NaOH. Se tiene que realizar la mezcla en un balón aforado de 200 mL.
Fórmula: (Recipiente) $M_1V_1 = M_2V_2$ (Balón)	Fórmula: $M = ns/V$
Cálculos $M_2 = 0,2$ M $V_2 = 0,05$ L $M_1 = 9,28$ M $V_1 = \text{¿ ?}$	Cálculos

- Agregue el volumen (V1) de HCl que calculo, en un balón aforado de 50 mL, luego complete el volumen hasta la marca de aforo con agua destilada. Su muestra de 0,2M de HCl esta lista.
- Mida con la balanza, la masa de NaOH que obtuvo de los cálculos. Agréguela en un beaker limpio y seco y disuelva con 100 ml de agua destilada. Pase la mezcla disuelta a un balón aforado de 200 ml y complete el aforo con agua destilada. Su muestra de 0,2M de NaOH esta lista.

Parte B: Titulación

- Agrega la solución de HCl al 0,2M a la bureta, vigila que no queden burbujas. Anota el volumen inicial.
- Utiliza la pipeta y mide tres muestras de NaOH de 10 mL cada una. Agregue a cada recipiente 2 gotas de fenolftaleína.
- Agrega HCl, hasta que ocurra el viraje de color del indicador. Anota el volumen final que marca la bureta.
- Repite el procedimiento para las otras dos muestras anotando volumen inicial y final de la bureta.
- Al final mide el pH de cada muestra.

Seguridad y residuos

NaOH/HCl corrosivos. Neutraliza a pH 6–8 antes de desechar.

Resultados

- Construya una tabla para ordenar los datos de las 3 muestras.

Tabla 1

Título: _____

Muestras	V inicio ±	V final ±	V real ±	pH ±
1				
2				
3				

- Con ayuda de los **volúmenes reales** obtenido de la bureta, calcula la concentración de cada uno de las muestras de NaOH. Aunque desde el inicio conocemos la concentración del NaOH, este método experimental de titulación permite determinarla; lo cual es útil si en algún momento no conocemos la concentración de una disolución, aunque es necesario disminuir los errores al máximo para obtener una mejor certeza del resultado final.

$$\text{Fórmula: } M_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} = M_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}}$$

- Describa la incertidumbre de los instrumentos que utilizó.

Preguntas

- En el laboratorio, se observó que es posible obtener resultados similares de una manera directa (parte A del laboratorio) o de manera indirecta (parte B del laboratorio), comparando un resultado conocido (concentración HCl) con otro desconocido (concentración del NaOH). ¿Cuál parte (A o B) reforzó más competencias, generó más curiosidad, aumentó el conocimiento y elevó la incertidumbre?

Más competencias	Más curiosidad	Más conocimiento	Más incertidumbre

- Suponga por un momento que el departamento de ciencias, planea un laboratorio de palanca, para explicar máquinas simples en séptimo, mezclas homogéneas y heterogéneas en octavo y configuraciones en química de décimo año. ¿Qué aumentará en cada nivel?

Séptimo	Octavo	Décimo

Laboratorio de Biología

Patrón

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

Materiales

- Microscopio óptico.
- Cámara para microscopio.
- Muestra biológica de chlorella.
- Regla de 1 mm.
- Pipeta desechable.
- Pinzas.
- Portaobjeto.
- Cubreobjetos.
- Lámpara de alcohol.
- Agar-agar: 5 g
- Agua destilada: 125 mL
- “Dulce” (mezcla de glucosa, sacarosa y fructosa): 2 g
- Acetato de sodio ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$): 0,5 g
- Sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$): 0,5 g
- Probeta
- Placas Petri estériles

Integrantes

Procedimiento

Parte A: Preparación de un medio de cultivo

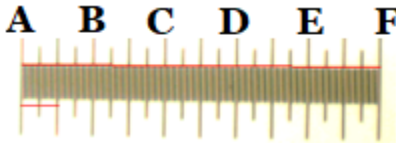
- En un vaso de 250 mL, agregar 125 mL de agua destilada y 5 g de agar-agar.
- Calentar suavemente y agitar hasta disolver completamente (evitar ebullición violenta; el agar se disuelve cerca de 85–90 °C).
- Añadir 2 g de la mezcla de azúcares, 0,5 g de acetato de sodio y 0,5 g de MgSO_4 . Mezclar hasta disolver.
- Dejar enfriar y luego pasar a las placas.
- Tome las muestras.

Seguridad

- Usar guantes, gafas, y cabello recogido.
- No comer ni beber en el laboratorio.
- Descarte: las placas usadas se sellan (parafilm o cinta), se inactivan en lejía al 10% por 30 min y luego se desechan.
- Evitar muestrear superficies ambientales o cultivos desconocidos.

Parte B: Escala del microscopio

- Revise que el microscopio este en su posición de inicio.
- Monte la cámara del microscopio (pida ayuda al encargado del laboratorio o al asistente).
- Coloque el portaobjeto que contiene la regla micrométrica ($\pm 0,005$ mm) y ajuste la imagen en el lente rojo (Recuerde que, para el lente rojo, se utiliza el tornillo grande del microscopio).
- Utilice el puntero virtual de la cámara para medir la distancia en pixeles ($\pm 0,01$ px), de cinco puntos en la regla micrométrica (de AB, AC, AD, AE y AF). Anote los datos en una tabla.

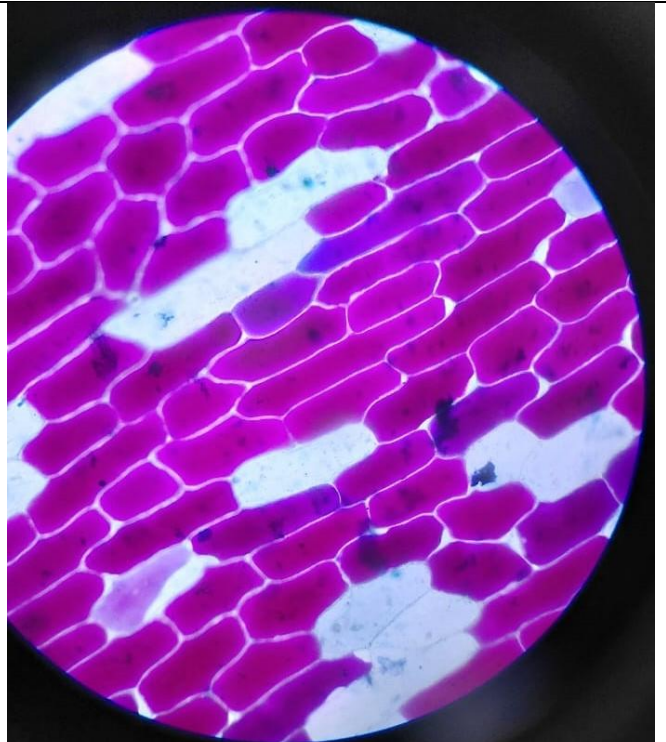


- Repita lo anterior con el lente amarillo. Anota los resultados en una tabla.

Parte C: Midiendo muestras bajo el microscopio.

- Tome el portaobjeto con una pinza y flamee 3 veces sobre la llama que se produce en la lámpara de alcohol.
- Prepare una muestra biológica (pedir al encargado) en un portaobjeto.
- Asegúrese que el microscopio este en posición inicial antes de empezar.
- Coloque la muestra y utilice la aplicación de la cámara para estimar con el lente rojo 3 diferentes células.
- Estime otras 3 células, bajo el lente amarillo. Anote los resultados en una tabla.
- Al terminar coloque el microscopio en su posición inicial.
- Utilice las pinzas y ponga la muestra bajo la llama para destruirla. Deseche el portaobjeto en el lugar que se le indica.

Resultados.

Círculo del lente rojo, con su incertidumbre:	
Factor de conversión	
Mida 3 células y determine su tamaño real en milímetros.	

- Construya las tablas para ordenar los datos, del lente rojo y otra.

Tabla 1

Título: _____

Segmento	LENTE ROJO		LENTE AMARILLO	
	Medición con regla	Estimación con cámara	Medición con regla	Estimación con cámara
	$d_r \pm 0,5 \mu\text{m}$	$d_e \pm 0,01$	$d_r \pm 0,5 \mu\text{m}$	$d_e \pm 0,01$
AB				
AC				
AD				
AE				
AF				

- Pase los datos de la tabla 1 a Excel y realice una regresión lineal. Copie la fórmula obtenida en el siguiente espacio:

Lente rojo	Lente amarillo

Parte C

- Calcule el valor de las 3 células obtenidas en la parte C, con el lente rojo en μm con su incertidumbre. Para calcular la incertidumbre (u_T) utilizamos la siguiente fórmula:

Fórmula de propagación del error en multiplicación y división.

$$\frac{u_T^2}{T} = \frac{u_A^2}{A} + \frac{u_B^2}{B} + \frac{u_C^2}{C}$$

- Repita para los valores del lente amarillo. Anote todo en el siguiente cuadro.

Células lente rojo	Células lente amarillo

Preguntas

Analice los siguientes datos, sobre los resultados de un examen en química.

Resultados	
76	Los resultados indican un rendimiento central incierto: aunque la media es 71.5, el IC95% [66.9, 76.1] cruza el umbral 70, por lo que no se puede afirmar con alta confianza ni dominio ni no-dominio; además, la dispersión alta ($s=10.2$) muestra heterogeneidad y sugiere diferenciar actividades y apoyos (DUA). La aprobación es imprecisa (13/21=62%, IC95% [41%, 83%]), de modo que conviene acumular evidencia con más evaluaciones breves. A nivel individual, con $\alpha \approx 0.82$ el SEM es ± 4.3 (68%) y ± 8.5 (95%), haciendo que notas 69–71 sean indistinguibles del corte; por justicia, aplica una regla de banda: si la nota cae en 66–74 (\pm SEM), solicita evidencia adicional (mini-oral, breve re-prueba, tarea de aplicación) antes de decidir. Complementa con retroalimentación en dos niveles (grupo: 2–3 objetivos comunes; subgrupos: profundización/andamiaje/re-enseñanza según patrón de error) y reduce la incertidumbre aumentando la confiabilidad (más ítems independientes, rúbrica explícita, pilotaje, estimar α real), calibrando la corrección (muestra 10–20% con dos correctores) y triangulando evidencias (examen + desempeño práctico + tarea corta). Para la siguiente clase, realiza un item-analysis (3 ítems con menor acierto y 2 con mejor discriminación), una re-evaluación formativa de 10–12 min (4 ítems clave) enfocada en quienes están en banda, organiza grupos por patrón de error (fricción conceptual, estequiometría, gráficas, lenguaje químico) y cierra con metacognición para alimentar la memoria colectiva; en síntesis, los datos no solo dicen quién aprobó, sino qué tan confiables son esas decisiones y cómo reducir la incertidumbre en la siguiente iteración.
60	
81	
83	
49	
56	
74	
68	
72	
62	
83	
81	
73	
86	
78	
62	
76	
61	
83	
71	
70	

En el laboratorio, la incertidumbre califica la calidad de una medición, aumentando la confianza en los resultados y permitiendo su comparación. Un resultado de medición sin su indicación de incertidumbre no es completo ni fiable. ¿Cuál es tu valoración sobre los resultados obtenidos?

Laboratorio de Didáctica

Patrón

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

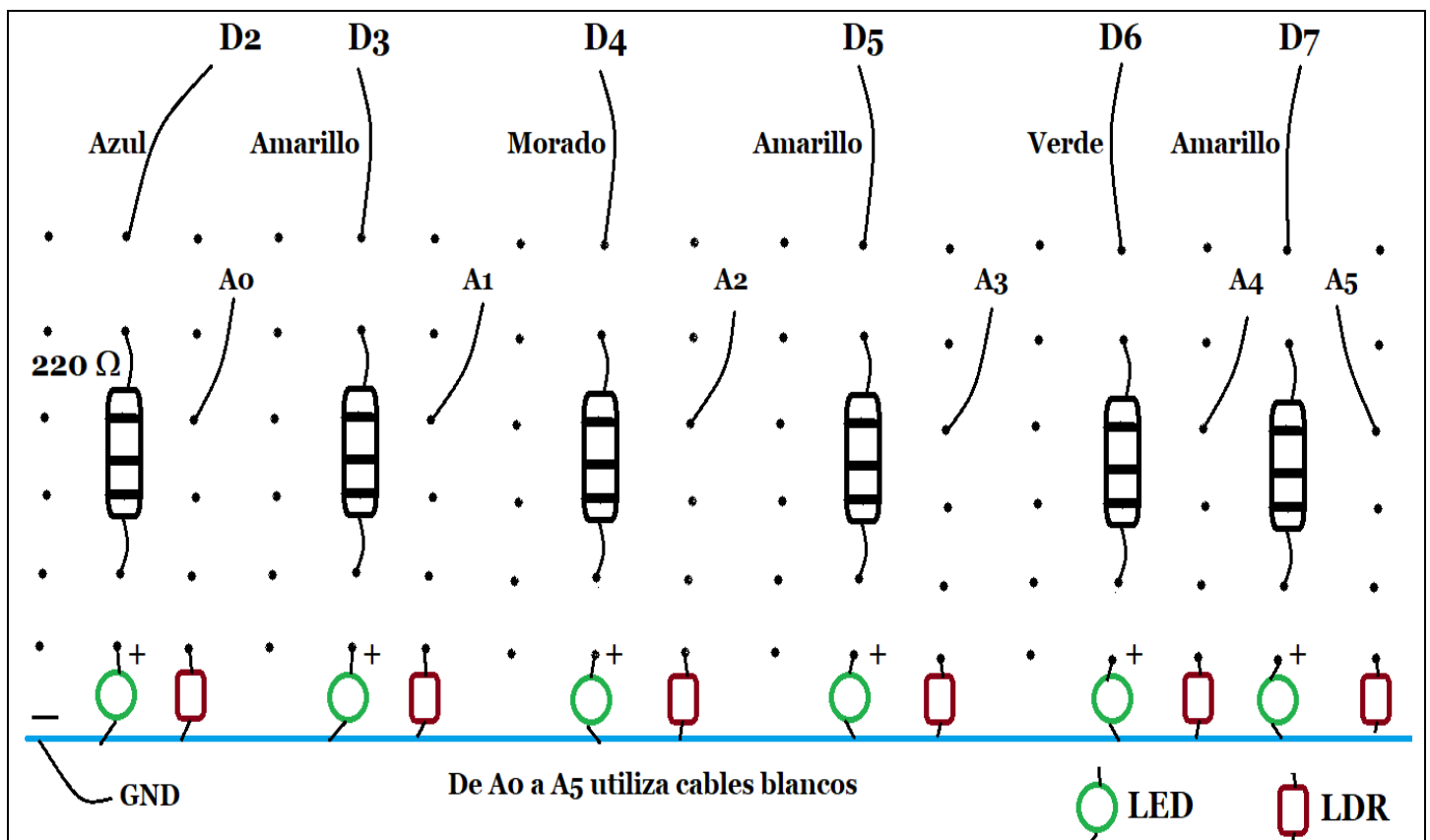
Materiales

- 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?