P3000 4000 5000

#09

Cuadernos

Ecosistemas de neuroaprendizaje:

INMERSIVOS, MULTISENSORIALES Y RESONANTES

PEDAGOOGIA
3000 4000 5000

Cuaderno pedagógico de
Pedagooogia 3000 4000 5000

#09

Cuaderno N.º 09

Ecosistemas de neuroaprendizaje:
inmersivos, multisensoriales y resonantes

"Enseñamos – Aprendemos – Preguntamos – Verificamos – Creamos"

- Serie amarilla STEAMLab –

MAPA DE ENTRADA Y TRANSFORMACIÓN

Este cuaderno No. 09 de STEAMLab propone transformar las aulas de primaria, secundaria y universitarias en ecosistemas de neuroaprendizaje: ambientes para clases teóricas y prácticas que relacionan personas, mobiliario, luz, color, sonido, naturaleza, materiales y tecnologías. El diseño acompaña la comprensión, la autonomía y la convivencia durante toda la jornada, no solo una demostración especial.

Las tres secciones avanzan desde la inmersión hacia la experiencia multisensorial y culminan en el ecosistema resonante, propuesta integradora de STEAMLab. Encontrarás ejemplos por nivel y asignatura, soluciones hechas a mano y ampliaciones con robótica, electrónica embebida, Realidad Aumentada (RA), Realidad Virtual (RV) e Inteligencia Artificial (IA). Un laboratorio de demostraciones que permite recrear en las unidades educativas y en los hogares lo que se presenta en el vivo de STEAMLab.

A continuación, se muestra el recorrido de los ecosistemas de neuroaprendizaje y lo que se encuentra en sus diferentes tramos.

Recorrido	Lo que se encuentra
Puertas de entrada	Nombre, principios, color, psicografía y diseño del espacio.
I · Ecosistemas inmersivos	Habitar un fenómeno y volver a explicarlo. Tres niveles educativos.
II · Ecosistemas multisensoriales	Ver, tocar, escuchar y moverse con intención. Tres niveles educativos.
III · Ecosistemas resonantes	Propuesta culminante: planos por nivel, tecnología, ergonomía y Cultura de Paz.
Paisajes de aprendizaje	Tres matrices de 48 posibilidades: matemáticas, física y química.
Ecosistemas rodantes	Títeres, kits, sensores, robótica y estaciones que viajan.

Cuando Educcartito encendió un ecosistema

Ahora, cierren sus ojitos, concéntrense, pónganse cómodos y lean el texto que Educcartito redactó cuando encendió un Ecosistema.

El aula deja de ser un recipiente

"Imaginemos una escuela donde el estudiante no se limita a mirar y/o escuchar una explicación: entra simbólicamente en el problema, observa con sus diversos sentidos, construye modelos, conversa, argumenta y descubre por qué el conocimiento importa para su comunidad. Ese es el horizonte de los ecosistemas de neuroaprendizaje. No se trata de comprar un visor de realidad virtual ni llenar paredes de pantallas. Se trata de diseñar relaciones fecundas entre personas, espacio, materiales, arte, naturaleza, ciencia, emoción, tecnología y propósito".

El presente cuaderno continúa el espíritu del Cuaderno N.º 08, "Inteligencia Artificial Educativa: Copiloto, no Sustituto". Si allí, Educcartito nos ayudó a mantener la agencia humana frente a la IA, aquí nos acompaña para transformar la experiencia educativa. La facilitadora o el facilitador mantiene el timón; los recursos físicos y

digitales amplían el horizonte, para analizar y diseñar los tres paradigmas neuropedagógicos y tecnológicos que están redefiniendo la arquitectura educativa del siglo XXI.

Por eso, la guía conceptual y práctica compartida distingue tres dimensiones: inmersión mediante simulaciones y presencia espacial; multisensorialidad por experiencias perceptivas accesibles y resonancia por escucha, conexión significativa y comunidad. Este cuaderno desarrolla esas tres dimensiones aplicadas en los niveles educativos de primaria, secundaria y educación superior (universidades), y las amplía con experiencias verificables de matemáticas, física, química y electrónica embebida.

Llamaremos ecosistema de neuroaprendizaje al aula cotidiana organizada como un conjunto de relaciones; personas que se escuchan, ambientes que se ajustan, recursos que se combinan y conocimientos que se construyen. Puede ocupar una sala completa o comenzar en un rincón. Dentro de esto, los espacios móviles son una extensión que llevan esas relaciones a otros lugares.

La aspiración es que el estudiante se sienta tan acogido, interesado y cómodo que quiera permanecer dentro del ecosistema de neuroaprendizaje, no salir del mismo y, cuando lo hace, quiere regresar una y otra vez. Esa invitación convive con el derecho a moverse, descansar y salir. El bienestar y el aprendizaje se observan y se mejoran; no se garantizan por el nombre del espacio.

Tres puertas que no llevan al mismo lugar

Cada modalidad tiene un énfasis. La inmersiva introduce al estudiante en un mundo, escala o situación; la multisensorial ofrece experiencias por distintas vías; la resonante integra las dos y añade condiciones sostenidas de comodidad, concentración, convivencia y sentido intuitivo. En STEAMLab, esta tercera modalidad constituye la propuesta culminante de diseño. Puede reunir tecnología avanzada y recursos manuales tradicionales en un mismo ecosistema.

Modalidad	Pregunta central	Evidencia de aprendizaje
Inmersiva	¿Qué ocurre si entro en este fenómeno o situación?	Explicación que distingue la representación de la realidad.
Multisensorial	¿Qué puedo comprender al relacionar diferentes representaciones?	Conexión entre objeto, acción, lenguaje, dibujo y símbolo.
Resonante	¿Cómo integrar inmersión y sentidos con bienestar e intuición?	Comprensión transferible y participación en un entorno cómodo e inclusivo.

El ciclo STEAMLab

Antes de incorporar un estímulo, preguntamos qué información aporta y cómo podrá participar quien no quiera o no pueda utilizarlo.

La resonancia neuropedagógica se utiliza aquí para nombrar esa integración de experiencia, bienestar y aprendizaje significativo. Es una propuesta de diseño de STEAMLab, no una categoría clínica ni una afirmación de sincronización cerebral. La resonancia física se estudia por separado mediante frecuencias, amplitudes y sistemas oscilantes.

Color con propósito y sin recetas mágicas

El color ayuda a organizar, señalar y dar identidad. Sus asociaciones cambian con la cultura, la experiencia, la luz, el contraste y las preferencias personales. La investigación no permite afirmar que un tono produzca, automáticamente, memoria, concentración o rendimiento en todo estudiante. Las recomendaciones divulgativas compartidas son puntos de partida, no leyes universales.

Color y asociación posible	Momento didáctico propuesto	Aplicación concreta
Azul · serenidad	Leer, modelar, explicar	Acento en la zona de consulta; texto oscuro legible.
Verde · naturaleza y equilibrio	Observar y recuperar	Rincón vegetal, registro de crecimiento y pausa.
Amarillo · curiosidad	Abrir preguntas	Tarjetas de desafíos; fondo claro y pocas señales.
Naranja · actividad	Colaborar y construir	Identificación de mesas de prototipos.
Rojo · alerta	Reconocer límites	Avisos breves con palabra e icono; no cubrir paredes.
Blanco y neutros · claridad	Comparar y proyectar	Superficies de lectura, exposición y trabajo.
Violeta · imaginación	Crear y reflexionar	Acento opcional en relatos y bitácoras.

Una paleta que aprende del grupo

Comenzamos con una base neutra y dos acentos removibles. Probamos muestras bajo la iluminación real y preguntamos por comodidad y legibilidad. El color nunca será la única señal; cada estación tendrá número, nombre e icono. Revisamos qué ayuda a orientarse y qué distrae antes de pintar todo el espacio.

Psicografía para conocer sin encasillar

Usamos la psicografía como exploración de intereses, motivaciones, hábitos y preferencias del grupo. No interpretamos dibujos o colores como diagnósticos de personalidad. Tampoco inferimos emociones con cámaras, pulseras o IA. La información se recoge mediante conversación voluntaria y observación pedagógica.

Cinco preguntas para escuchar al grupo

¿Qué problema te gustaría investigar? ¿Qué te ayuda a concentrarte? ¿Qué sonido, luz o textura te incomoda? ¿Prefieres empezar observando, conversando o manipulando? ¿Cómo quieres mostrar lo que comprendiste? Se permite responder por escrito, con dibujos o en privado, y cambiar de preferencia durante el proyecto.

Del dato a una decisión visible

Si parte del grupo trabaja mejor en silencio, habilitamos una mesa sin música. Si una textura incomoda, ofrecemos un modelo visual o herramientas para manipularla sin contacto directo. Si interesa el transporte, usamos trayectorias, energía y materiales de vehículos como contexto; conservamos los objetivos matemáticos y científicos.

Registramos acuerdos de diseño sin publicar perfiles personales. Una revisión semanal pregunta qué funcionó, qué barrera apareció y qué pequeño cambio conviene probar. El diseño inclusivo se adapta a personas concretas, no a etiquetas como «visual» o «auditivo».

Etapa	Adaptación del ambiente
Primaria	Señales sencillas, materiales al alcance, relatos breves y elección acompañada.
Secundaria	Identidad creada con el grupo, estaciones investigativas y privacidad en la reflexión.
Universidad	Problemas profesionales, documentación técnica y autonomía con criterios compartidos.

El espacio también enseña

Cinco zonas que se pueden mover

Umbral de curiosidad: una pregunta y un objeto invitan a entrar.

Mesa de exploración: los materiales y herramientas permiten probar

Muro de pensamiento: esquemas, gráficas y borradores hacen visible el razonamiento.

Foro de encuentro: asientos móviles facilitan explicar y escuchar.

Refugio de pausa: una zona tranquila permite regular la intensidad y continuar con una tarea equivalente.

Cuadros que cambian con las preguntas

La decoración incluye fotografías locales, producciones estudiantiles, mapas, obras de arte y modelos científicos con títulos legibles. Cada cuadro debe abrir una pregunta o mostrar un proceso. Las paredes no necesitan estar cubiertas; se reserva superficie despejada para futuras actividades. Se rota la exposición al cambiar de proyecto.

Plantas que forman parte de la investigación

Las plantas naturales permiten medir altura, observar hojas, discutir condiciones de crecimiento y responsabilizarse del cuidado. Se eligen especies apropiadas al lugar, sin toxicidad ni espinas, revisando alergias y mantenimiento. Las artificiales pueden aportar identidad cuando el cuidado no sea viable, pero no reemplazan una experiencia de observación de seres vivos.

Macetas firmes y protegidas, agua lejos de conexiones eléctricas, circulación despejada y buena ventilación son condiciones de diseño. No atribuimos a unas pocas plantas una purificación suficiente del aire; la ventilación necesita atención propia. Tampoco cerramos ventanas solo para mejorar una proyección.

Proyecciones con un foco

Proyectamos sobre una pared clara, maquetas o telas estables. Una sola idea visual organiza cada momento. Después de mirar, encendemos luz de trabajo, detenemos la animación y pedimos explicar lo observado. Mantener la salida visible y los cables sujetos permite moverse con confianza.

El ecosistema que cambia de escena

Un espacio diario para teoría, práctica, creación y calma

Pensemos el ecosistema como un interior educativo reconfigurable. Su base es clara y cómoda; sus escenas cambian sin desmontar todo. La misma sala ofrece explicación frontal, trabajo individual, experimentación, diálogo y pausa. Un proyector, un panel de cartón o una luz de acento sirven cuando se vinculan con el contenido de ese momento.

Cinco escenas para una jornada

Escena	Configuración	Aprendizaje visible
Comprender	Luz de lectura, pizarra despejada y voz clara.	Explicar un concepto y formular dudas.
Explorar	Mesas de materiales, modelos y sensores.	Observar medir comparar y registrar.
Sumergirse	Relato, proyección o escenario físico.	Relacionar contexto con una pregunta.
Crear	Islas de trabajo y zona de herramientas.	Producir y revisar un prototipo.
Regular y compartir	Rincón tranquilo y foro accesible.	Recuperar atención y argumentar con respeto.

El cambio de escena se anuncia con palabra y señal visual. No se oscurece toda la sala para leer ni se deja música constante sobre una explicación. Mantenemos una base estable: salida visible, recorridos claros, instrucciones legibles y materiales etiquetados. Esa previsibilidad permite que el asombro resulte acogedor.

Tecnología disponible y activación intencional

El ecosistema resonante puede disponer de RA, RV, IA, robótica y electrónica, pero no necesita mostrarlas todas a la vez. Se organizan como recursos de una biblioteca didáctica. Cuando internet o energía fallan, la versión manual conserva la pregunta, la acción y la evidencia.

Propósito general del presente cuaderno

Orientar el diseño, la implementación gradual y la evaluación de ecosistemas neuroeducativos inmersivos, multisensoriales y resonantes para fomentar la comprensión profunda, la curiosidad, la inclusión, la creatividad, el bienestar, el pensamiento científico y divergente, las habilidades STEAM+H y el compromiso comunitario en los distintos niveles educativos. Al terminar este cuaderno se podrá:

- Distinguir las tres dimensiones y combinarlas sin perder sus funciones específicas.
- Diseñar situaciones de enseñanza con paisajes de aprendizaje y DUA, aprendizaje activo y proactivo, con arte y rigor científico.
- Adecuar 36 experiencias de aula a contextos con recursos altos, medios o mínimos.
- Evaluar la comprensión, la colaboración, la transferencia y la seguridad, no solo entusiasmo tecnológico.
- Construir un plan institucional gradual, accesible y sostenible.

Mapa del cuaderno

El presente cuaderno No. 9 de STEAMLab se divide en 4 bloques claramente identificados:

- **Bloque I**. Ecosistemas inmersivos: primaria, secundaria y universidad.
- **Bloque II.** Ecosistemas multisensoriales: primaria, secundaria y universidad.
- **Bloque III.** Ecosistemas resonantes: primaria, secundaria y universidad.
- **Bloque IV:** Ecosistemas móviles o sobre ruedas.

Profundizando las tres dimensiones o conceptos

Inmersivo: una experiencia que sitúa al aprendiz dentro de una representación exploratoria de un fenómeno o problema. Puede lograrse con ambientes escenográficos, maquetas, relatos, proyecciones, realidad aumentada (RA), realidad virtual (RV) o simulaciones; no requiere necesariamente equipos costosos.

Multisensorial: una experiencia en la que se articulan, de modo intencional, recursos visuales, sonoros, táctiles, kinestésicos y, solo cuando tiene sentido y es seguro, olfativos. Más estímulos no implican automáticamente mayor aprendizaje; se debe reducir el ruido irrelevante, respetar sensibilidades y permitir alternativas de participación.

Resonante: un ecosistema con respuesta recíproca entre sujetos, contenido y mundo; incluye escucha auténtica, compromiso, diálogo, conexión afectiva y transformación compartida. Aquí, la "resonancia" es un concepto neuropedagógico y relacional, no una frecuencia física especial ni una promesa terapéutica.

El VAK se utilizará como recordatorio de diversidad de recursos visuales, auditivos y kinestésicos, nunca para etiquetar estudiantes con estilos de neuroaprendizaje fijos, pues no existe una base consistente para suponer que adaptar toda enseñanza a esa etiqueta garantice mejores resultados. Por otra parte, las inteligencias múltiples servirán como inspiración para enriquecer actividades, no como diagnóstico psicométrico. De igual manera, las propuestas sensoriales no reemplazan apoyos terapéuticos ni atención especializada.

Una brújula de complejidad y humanidad

Un **ecosistema es sistémico:** sus partes interactúan. Es **hologramático** en sentido pedagógico cuando cada proyecto deja ver la cultura del conjunto; **recursivo**, cuando la experiencia transforma las normas del aula que, a su vez, transforman nuevas experiencias; **dialógico**, cuando conviven orden y creatividad, individuo y comunidad, conocimiento y pregunta. La **auto-eco-organización** significa participación con autonomía y responsabilidad dentro de condiciones materiales y sociales. La **fractalidad** puede aparecer en modelos y metáforas, sin imponerla a fenómenos donde no corresponde. Asumimos incertidumbres, emergencias,

reintroducción del sujeto, propósito y transdisciplinariedad como preguntas para investigar, no como frases decorativas.

Las nueve reglas de STEAMLab para habitar el aula moderna o ecosistema

- Empezar por una pregunta significativa y un resultado observable.
- Dar espacio al arte, la belleza, la expresión cultural y los saberes locales.
- Combinar indagación, retos, proyectos, juego y conversación con práctica deliberada.
- Ofrecer múltiples formas de implicarse, percibir y demostrar lo aprendido.
- Dosificar estímulos; incluir opciones de retirarse y una zona tranquila.
- Asegurar accesibilidad, consentimiento, seguridad material y cuidado ambiental.
- Usar RA, RV, IA y sensores cuando sumen comprensión, no por novedad.
- Verificar fuentes, mediciones, modelos, unidades, incertidumbres y límites.
- Conectar cada experiencia con Cultura de Paz y una mejora en la vida compartida.

Recreo cerebral 1: Educcartito nos pone en movimiento

Antes de ingresar al maravilloso mundo de los ecosistemas inmersivos, Educcartito nos invita a realizar una pausa activa, lúdica y creativa. Giraremos una ruleta mágica que nos propondrá pequeños desafíos de movimiento, atención, imaginación y coordinación.

No se trata de competir ni de demostrar quién es mejor. Se trata de disfrutar, explorar las posibilidades de nuestro cuerpo y preparar nuestra disposición para nuevas experiencias de aprendizaje.

Educcartito dice: "¡Alejandra, Luigi y queridos profesores! Antes de entrar en un aula inmersiva, quiero verlos moverse, imaginar y sonreír. ¡Porque un cerebro curioso necesita oportunidades para jugar y un cuerpo que también participe en el aprendizaje!".

BLOQUE 1: ECOSISTEMAS INMERSIVOS

La inmersión convierte un contenido en escenario investigable. Un mural, una dramatización o una maqueta pueden producir presencia cognitiva y social; una proyección, RA o RV pueden ampliar la exploración espacial. La intensidad tecnológica no define por sí sola la calidad del aprendizaje; podemos usar proyecciones de 360°, prácticas técnicas con Realidad virtual (RV) y viajes históricos interactivos con Realidad Aumentada (RA). Aquí, estas ideas se adaptan a las ciencias y niveles neuroeducativos.

Principio de diseño y cuidado

Antes de una experiencia inmersiva, se debe explicitar la escala, la exactitud, la representación y las condiciones de salida. También se debe controlar el mareo, la fatiga, la visibilidad, la edad apropiada y los tiempos de exposición. Es importante preparar siempre un equivalente sin visor. A continuación, te muestro un ejemplo de este tipo de ecosistemas inmersivos con escenografía, con proyección y usando visores de RV.

Nota importante: en todas las imágenes que siguen de los diferentes ejemplos, analiza, descubre, describe, visualiza, crea tus propias historias, vivéncialas y narra todo lo que ves en las mismas, como si estuvieras relatando a una tercera persona estas fascinantes aventuras inmersivas que se pueden hacer con inmersiones escenográficas, proyecciones 360º, usando visores de Realidad Virtual o marcadores de Realidad Aumentada.

1.1. Primaria: el ecosistema en acción

El juego, la narración, el cuerpo, el color y la manipulación abren caminos a conceptos científicos iniciales. La siguiente experiencia pertenece a matemáticas y constituye una propuesta adaptable, no un guion cerrado. Esto permiten explorar, modelar, crear arte, dialogar y comprobar evidencias.

1.1.1. Matemáticas — La ciudad de las formas

Pregunta viva: ¿Dónde se esconden las figuras en nuestra ciudad?

Un ejemplo narrativo. (Usa un espejo para descifrar lo que se dice en el siguiente relato).

Al entrar en la Ciudad de las Formas, los niños siguieron a Educcartito por una plaza imaginaria llena de calles, mosaicos y edificios hechos de triángulos, cuadrados, círculos y rectángulos. Primero miraron con asombro los rincones del lugar, luego construyeron juntos un plano con bloques de colores y más tarde recorrieron estaciones para observar, identificar y construir figuras, mientras el robot los animaba a pensar con calma y a justificar cada ruta que elegían.

Después, Educcartito les mostró una figura engañosa y los invitó a debatir si era un triángulo, un cuadrilátero o un polígono diferente; así descubrieron que en matemáticas también se aprende conversando. Al final, el aula se llenó de arte cuando crearon un gran mural de mosaicos inspirado en su comunidad, y presentaron orgullosos el plano de su ciudad con comparaciones entre figuras, demostrando que observar, construir, debatir y crear también puede ser una gran aventura.

A continuación, vamos a realizar un segundo recreo cerebral, para que no se moleste Educcartito.

Recreo cerebral 2: abrecajas de sistemas inmersivos

Abrecajas es un juego interactivo que consiste en abrir cajas misteriosas que esconden preguntas, desafíos, imágenes o pequeñas misiones sorpresa. Cada participante elige una caja y realiza la actividad que aparece en su interior, despertando la curiosidad, la atención, la imaginación y la creatividad.

1.2. Secundaria: el ecosistema en acción

La identidad, el grupo de pares y la búsqueda de autonomía piden retos relevantes y oportunidades para tomar decisiones. Se integran modelos formales, experimentación, argumentación y producción artística; la inmersión no desplaza los cálculos ni el contraste empírico.

Las siguientes experiencias corresponde a física y química; constituyen propuestas adaptables, no guiones cerrados. Todas permiten explorar, modelar, crear arte, dialogar y comprobar evidencias.

1.2.1. Matemáticas — Galería aumentada de poliedros

Pregunta viva: ¿Qué permanece igual cuando giramos un poliedro y cuándo se cumple V − E + F = 2?

DETECTIVES GEOMÉTRICOS: EL CASO DEL POLIEDRO MISTERIOSO

Propósito: Investigar los cinco sólidos platónicos y un sexto poliedro no convexo; identificar caras, aristas y vértices, contrastar hipótesis y explicar la relación de Euler con evidencias.

El misterio de Educcartito

«¡Detectives! En nuestra galería hay seis poliedros. Cinco son platónicos; el sexto tiene una concavidad. ¿Será cierto que solo los cinco primeros cumplen la relación de Euler? No adivinen: observen, cuenten y demuestren».

Tres maneras de convertir el aula en un ecosistema inmersivo

1. Escenografía física. Convertir el aula en una galería con poliedros de cartulina o palitos suspendidos, estaciones numeradas y fichas de pistas. En equipos, manipular los modelos, formular hipótesis y registrar caras (F), aristas (E) y vértices (V).

2. Proyección envolvente. Proyectar modelos que giren en paredes o pantalla panorámica, idealmente 360° si se dispone del espacio. Los estudiantes anticipan qué elementos permanecen invariantes al rotarlos y comprueban los conteos con modelos reales. Alternativa: un proyector común.

3. RA/RV. Con modelos 3D mediante marcadores de realidad aumentada, tabletas o visores, girar y ampliar los poliedros para verificar las pistas. Si no hay dispositivos, utilizar sólidos de papel. Ningún visor es obligatorio.

La prueba matemática. Cada equipo completa su expediente:

Poliedro	V	E	F	V−E+F
Tetraedro	4	6	4	2
Cubo	8	12	6	2
Octaedro	6	12	8	2
Dodecaedro	20	30	12	2
Icosaedro	12	30	20	2
Sexto modelo	___	___	___	___

Pista decisiva: Un poliedro no convexo también puede cumplir V − E + F = 2 si su superficie es cerrada y topológicamente equivalente a una esfera. No confundir "no convexo" con "no cumple Euler". Para contrastar, el docente puede mostrar un modelo con túnel, cuya característica de Euler es diferente.

Arte y producto

Creación artística: Diseñar un pequeño poliedro de origami o cartulina e iluminarlo para destacar sus simetrías y sombras; integrarlo en la galería colectiva.

Producto: "Expediente detectivesco" de una página: hipótesis inicial, tabla de conteos, cálculo de Euler, dibujo o fotografía, evidencia del sexto sólido y veredicto razonado.

1.2.2. Física — Caminata por un campo eléctrico

Pregunta viva. ¿Cómo cambian la dirección y la intensidad del campo eléctrico al explorar distintos puntos del espacio? ¿Cambia el campo por mover una pequeña carga de prueba?

Reto de Educcartito. "¡Detectives del campo invisible! Sus ojos no pueden verlo directamente, pero pueden representarlo con flechas, medir sus efectos y verificar sus hipótesis. ¡No confundan el mapa con el fenómeno!".

Propósito y organización. En equipos de cuatro, interpretar el campo de una carga positiva o negativa fija; predecir su dirección y su intensidad relativa a distintas distancias, y contrastar las predicciones con un simulador y la ley de Coulomb.

Duración sugerida: una sesión de 80 minutos, con estaciones adaptables a los recursos del centro.

Tres modalidades de inmersión

1. Escenografía física. Convertir el aula en un mapa gigante mediante cintas, círculos concéntricos y flechas de cartulina. Una esfera señalizada representa una carga fija; los estudiantes caminan a puntos marcados y orientan flechas para mostrar el campo que sentiría una carga de prueba positiva. Comparan la longitud de las flechas a distintas distancias. No se emplea electricidad real.

2. Proyección envolvente. Proyectar en paredes y suelo, si se dispone de montaje panorámico o 360°, líneas de campo y vectores alrededor de cargas. Los equipos predicen antes de visualizar y luego contrastan sus dibujos. Alternativa: proyector normal o láminas impresas. Aclarar que las líneas son una representación del modelo, no hilos físicos.

3. RA/RV y simulación. Con tabletas y aplicaciones compatibles, superponer flechas y vectores sobre marcadores de realidad aumentada; o recorrer una simulación 3D con visores, cuando existan. Mover virtualmente el punto de observación y comparar módulo y dirección. La experiencia es opcional y siempre se ofrece alternativa física o en pantalla. El docente verifica el comportamiento de cada recurso antes de usarlo.

La misión de los estudiantes

Predecir y comprobar. Dibujar los vectores en tres posiciones situadas a distancias r, 2r y 3r de una carga puntual fija. En el modelo ideal, el módulo del campo sigue

$$E = k\frac{|Q|}{r^2}$$

Por tanto, a 2r es 1/4 y a 3r es 1/9 del valor inicial. Indicar la dirección radial saliente de una carga positiva y entrante hacia una negativa. El campo producido por Q no cambia simplemente al desplazar una carga de prueba suficientemente pequeña; cambia el valor del campo que se observa al situarla en otro punto.

Arte y expresión. Crear una breve coreografía de vectores. Grupos de estudiantes forman líneas radiales con cintas y representan la variación de dirección e intensidad. Terminar con una composición gráfica colectiva de flechas y líneas de campo, usando colores y alto contraste.

Evidencia de neuroaprendizaje. Entregar un diagrama vectorial con unidades (N/C), tres predicciones, la comprobación de una razón de intensidades y una explicación oral de 30 segundos sobre qué es una línea de campo y qué no representa.

Inclusión y seguridad. Sin fuentes de alta tensión ni descargas; no apuntar luces intensas a los ojos. Ofrecer flechas táctiles, cartulinas de alto contraste, participación

sentada y simulación en pantalla en lugar de visor; permitir pausas ante sobrecarga sensorial.

1.2.3. Química — Dentro de la reacción

Pregunta viva: ¿Dónde quedan los átomos después de reaccionar?

Educcartito plantea el misterio. "¡Alerta científica! En nuestra galería aparecieron sustancias nuevas, pero nadie encuentra algunos átomos. ¿Desaparecieron o cambiaron de compañero? ¡Investiguen antes de responder!".

Tres modalidades de inmersión

1. Escenografía física. Convertir el aula en una estación de investigación con tarjetas grandes de H y O, esferas de colores y mesas señalizadas como "Reactivos" y "Productos". Cada equipo representa moléculas de hidrógeno y oxígeno, las reorganiza como agua y registra cuántos átomos hay antes y después. No se manipulan gases ni se realiza reacción real.

2. Proyección envolvente. Proyectar, en paredes o pantalla panorámica (360° si se dispone), una animación de moléculas que se separan y recombinan. Detenerla antes de mostrar los productos: cada equipo predice el resultado y verifica el conteo.

Aclarar que colores, tamaños y movimientos son representaciones, no observaciones directas de átomos.

3. RA/RV y simulación. Con marcadores de realidad aumentada, tabletas o visores, girar modelos 3D de H_2, O_2 y H_2O; construir y balancear la transformación en pantalla. Comparar la simulación con las tarjetas físicas. Si faltan dispositivos, emplear modelos de papel o plastilina; ningún visor es obligatorio.

La prueba científica

Reto de los detectives. Formar equipos, contar átomos y ajustar los coeficientes hasta obtener $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$. Los reactivos contienen 4 átomos de H y 2 de O; los productos también. Explicar que los átomos se conservan en una reacción química ordinaria, aunque cambian sus enlaces y agrupaciones.

Arte y creación. Elaborar una escultura molecular con materiales reutilizados y una breve animación cuadro a cuadro que muestre la reorganización. Educcartito puede representarse como un átomo extraviado que el grupo debe localizar en los productos.

Evidencia y evaluación. Entregar una ficha con dibujo antes/después, tabla de conteo H/O, ecuación balanceada y explicación propia de la conservación. Valorar exactitud del conteo (40 %), explicación científica (30 %), construcción artística (20 %) y colaboración (10 %).

Inclusión y seguridad. Solo modelos, tarjetas y simulaciones; sin combustión, reactivos peligrosos ni olores impuestos. Ofrecer piezas táctiles, alto contraste, subtítulos, opciones sin visor y participación flexible.

Educcartito concluye: "¡Caso resuelto! Ningún átomo se fugó: se reorganizaron para formar nuevas moléculas. En ciencia, una buena explicación necesita evidencias".

Recreo cerebral 3: El espejo loco de Educcartito y el Dr. Luigi

Movimiento, atención y coordinación corporal

El Dr. Luigi y Educcartito serán el espejo y todos los participantes deberán imitar los movimientos que hace Educcartito, pero con una dificultad progresiva: primero, movimientos iguales, después movimientos cruzados y, finalmente, movimientos contrarios.

¿Qué favorece este recreo cerebral? Favorece la atención selectiva, la memoria de trabajo, la coordinación motora y la flexibilidad cognitiva.

NOTA: en el vídeo, hay cositas que a propósito fueron modificadas; no es que sea un error, sino es para ver tu grado de atención sobre tu visión, el oido y el movimiento.

1.3. Universidad: el ecosistema en acción

La experiencia pasa de explorar fenómenos a modelar, diseñar, medir, argumentar y evaluar impactos profesionales. Cada actividad exige supuestos explícitos, fuentes confiables, seguridad, replicabilidad y ética. La tecnología debe sostener a la investigación y la transferencia, no solamente simular el rigor científico.

Las siguientes tres experiencias cubren matemáticas, física y química; constituyen propuestas adaptables, no guiones cerrados. Todas permiten explorar, modelar, crear arte, dialogar y comprobar evidencias.

1.3.1. Matemáticas — Laboratorio inmersivo de cálculo multivariable

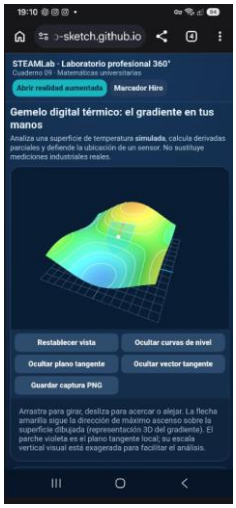
Una misión profesional, no solo una demostración visual

Pregunta viva: ¿qué representa un gradiente y cómo orienta una decisión de ingeniería? El aula o ecosistema se convierte en un centro de análisis térmico: los estudiantes exploran una superficie de temperatura simulada, calculan sus derivadas parciales y defienden dónde ubicar sensores. Educcartito recuerda que una simulación no reemplaza las mediciones reales.

Lo que verá el estudiante

La experiencia STEAMLab de Realidad Aumentada (RA) ofrece un visor 3D y una cámara de RA; la superficie aparece anclada a un marcador Hiro impreso y gira o se inclina cuando el estudiante mueve físicamente el marcador. Los deslizadores x e y permiten analizar diferentes posiciones.

Vista desde una computadora



Vista desde un teléfono celular

En las figuras superiores puedes ver las versiones PC y móvil del visor 3D de STEAMLab, con la superficie térmica, curvas de nivel y controles.

Organización de la sesión

En equipos de tres o cuatro: analista matemático, operador de RA, registrador y portavoz. El facilitador(a) plantea el problema industrial hipotético, acompaña la interpretación de datos y supervisa la discusión.

Secuencia activa del laboratorio aumentado

1. Observar y predecir

Abrir primero el modo 3D. Reconocer regiones de mayor y menor temperatura, curvas de nivel y pendientes. Antes de mover los controles, plantear: ¿en qué zona crecerá la temperatura más rápidamente? Distinguir la altura gráfica de una elevación real.

2. Explorar con RA

Abrir el visor RA desde un celular con cámara y conexión a Internet; enfocar el marcador Hiro impreso (se muestra en la siguiente página) bajo buena iluminación. Girarlo lentamente y comparar perspectivas. Seleccionar un punto con los deslizadores x e y. Mostrar u ocultar el plano tangente y las flechas del gradiente para analizar la geometría local. Si la cámara no está disponible, continuar en el visor 3D.

3. Calcular y contrastar

El campo térmico didáctico está definido, con x e y expresados en metros, por:

$$T(x,y) = 30 + 6sen\left(\frac{x}{1.4}\right)cos\left(\frac{y}{1.3}\right) + 0.6x + 0.4y \quad [°C]$$

$$T_x = \frac{6}{1.4}cos\left(\frac{x}{1.4}\right)cos\left(\frac{y}{1.3}\right) + 0.6 \quad [°C/m]$$

$$T_y = -\frac{6}{1.3}sen\left(\frac{x}{1.4}\right)sen\left(\frac{y}{1.3}\right) + 0.4 \quad [°C/m]$$

En *(0,0), T = 30 °C* y $\nabla T \approx (4{,}89; 0{,}40)$ *°C/m*, con *módulo ≈ 4,90 °C/m*. El gradiente indica la dirección y tasa máxima local de aumento de temperatura en el plano x–y. El plano tangente aproxima la función alrededor del punto seleccionado:

$$T \approx T_0 + T_x(x-x_0) + T_y(y-y_0)$$

La altura visual fue escalada para facilitar la interpretación; no expresa altura física.

4. Resolver el reto profesional

Cada equipo propone una ubicación para un sensor térmico y argumenta su elección con cálculos, exploración visual y criterios de cobertura. Debe explicar por qué el gradiente de un único punto no garantiza una ubicación óptima; también importan máximos, restricciones de instalación, cantidad de sensores e incertidumbre. No se presentan los datos como mediciones industriales.

Evidencia y evaluación breve

Producto: captura del modelo, coordenada seleccionada, cálculo del gradiente con unidades, propuesta de ubicación y un párrafo de limitaciones. Valorar precisión matemática (*40 %*), justificación técnica (*30 %*), colaboración y comunicación (*20 %*) y pensamiento crítico sobre el modelo (*10 %*). El arte científico aparece en la lectura estética de la topografía térmica, el color y las curvas de nivel: belleza al servicio de la comprensión.

Acceso a la realidad aumentada y uso del marcador Hiro

El marcador Hiro debe imprimirse con buena calidad.

QR para abrir el visor STEAMLab RA desde un teléfono celular
https://luisctito-sketch.github.io/steamlab-ra/

QR para ver e imprimir el marcador Hiro https://luisctito-sketch.github.io/steamlab-ra/marcador.html

Instrucciones para el uso de la RA de STEAMLab

1. Imprimir el marcador Hiro (figura de abajo) en papel mate, completo y sin recortar el borde negro; pegarlo sobre cartón o superficie plana.
2. Abrir el enlace principal desde el celular (Chrome o navegador compatible), permitir acceso a la cámara y enfocar el marcador completo.
3. Girar e inclinar con suavidad; variar *x* e *y*; observar el plano tangente, el gradiente y las curvas de nivel.
4. Si el rastreo falla, mejorar la iluminación, evitar reflejos y usar el modo 3D accesible desde la aplicación.
5. Realizar una pausa visual y de movimiento breve; la RA es una opción, nunca una obligación.

Nota pedagógica: en este bloque universitario usamos RA para Matemáticas; reservamos RV para Física y proyección envolvente de 360° para Química. Así cada experiencia conserva su propia identidad y el Cuaderno N.° 09 mantiene una extensión manejable.

1.3.2. Física — Recorrido por el flujo electromagnético

Pregunta viva: ¿Qué cambia cuando una superficie imaginaria encierra, o deja de encerrar, una carga eléctrica? El desafío consiste en predecir y justificar el flujo eléctrico neto en tres geometrías, usando un laboratorio virtual desarrollado para STEAMLab.

¿Qué es la realidad virtual?

La realidad virtual (RV) presenta un ambiente tridimensional computacional que puede explorarse visualmente y, con un visor apropiado, mediante imágenes estereoscópicas. En nuestro proyecto existen dos modalidades: laboratorio 3D interactivo desde una computadora o un celular (sin visor) y celular dentro de un visor estereoscópico tipo Cardboard (con teléfono en posición horizontal). Este último es una RV móvil básica; no equivale al seguimiento espacial completo de visores WebXR avanzados.

Una persona explora un entorno virtual mediante un visor estereoscópico. En nuestro laboratorio, el estudiante observa una carga puntual, líneas de campo y superficies gaussianas, con o sin visor.

Acceso al laboratorio STEAMLab-RV

Para acceder al laboratorio de Realidad Virtual (RV) de STEAMLab, puedes hacerlo mediante los siguientes enlaces o QRs respectivos.

LABORATORIO 3D · Sin visor

https://luisctito-sketch.github.io/steamlab-fisica-rv/

VISOR ESTEREOSCÓPICO · RV

https://luisctito-sketch.github.io/steamlab-fisica-rv/visor-cardboard.html

Requisitos: conexión a internet, navegador actualizado y, para la modalidad estereoscópica, teléfono compatible con rotación horizontal y visor estereoscópico para celular.

Cómo utilizar el laboratorio: aprendizaje activo

1. **Sin visor (PC o celular).** Ingresar con el primer QR, seleccionar la esfera centrada, cubo o esfera desplazada; modificar la carga, el radio o semilado y la posición. Antes de pulsar "Comprobar cálculo", registrar una predicción sobre el signo y valor del flujo. Rotar la escena con el mouse o dedo y pulsar "Centrar vista" si se pierde el encuadre.
2. **Con visor de RV tipo Cardboard.** Abrir el segundo QR en el celular; activar la rotación automática, colocar el dispositivo horizontalmente y pulsar "Iniciar sin sensores" para obtener una vista estable. Si se desea explorar moviendo la cabeza, activar los sensores y recentrar mirando al frente. Introducir el celular en el visor y mirar durante unos dos segundos hacia una opción del menú virtual para cambiar de escenario. Detener la actividad ante mareo o fatiga visual.
3. **Investigación por equipos.** Comparar, primero, la esfera y el cubo con idéntica carga encerrada; después, desplazar la superficie hasta que la carga quede fuera. Dibujar los vectores normales y explicar por qué el flujo neto cambia o permanece igual. Culminar con una breve defensa técnica de sus conclusiones.

Fundamentos físicos y matemáticos

Campo eléctrico: una carga fuente Q produce a su alrededor un campo vectorial *E*. En el modelo electrostático de una carga puntual, la dirección es radial: hacia afuera si Q es positiva y hacia adentro si es negativa. La intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia.

Magnitud del campo de una carga puntual:

$$E = \frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \quad [N/C]$$

Flujo eléctrico:

$$\Phi_E = \oiint \vec{E} \cdot \overrightarrow{dA} = \frac{Q_{enc}}{\varepsilon_0} \quad \left[N.m^2/C\right]$$

Aquí *dA* es el vector de área normal a la superficie cerrada *S*, orientado hacia afuera; Q_{enc} es la carga neta encerrada y $\varepsilon_0 \approx 8{,}854 \times 10^{-12}\ C^2/(N \cdot m^2)$. El producto escalar E·dA explica por qué la orientación importa localmente. La ley de Gauss expresa que el flujo neto por una superficie cerrada depende únicamente de la carga neta encerrada, aunque la distribución local del campo sí dependa de la geometría y la posición.

Tres escenarios virtuales

- **Esfera centrada:** al ampliar el radio, el campo sobre la esfera disminuye, pero su flujo neto sigue siendo Q_{enc}/ε_0.
- **Cubo gaussiano:** la misma carga encerrada produce el mismo flujo neto que en la esfera; el cálculo directo de *E* sobre cada cara no es tan simple.
- **Superficie desplazada:** si la carga queda completamente fuera, el flujo neto es cero, aunque haya líneas de campo que atraviesan partes de la superficie.

Ejemplo profesional de verificación

Supóngase una carga puntual de *+1 nC* situada dentro de la superficie gaussiana. En unidades SI, $Q_{enc} = 1 \times 10^{-9} C$. Por la ley de Gauss:

$$\Phi_E = \frac{1\ x\ 10^{-9}\ C}{8.854\ x\ 10^{-12}\ C^2/(N.m^2)} \approx +112{,}94\ N.m^2/C$$

Al sustituir la esfera por un cubo cerrado que contenga esa misma carga, el flujo neto permanece $+112{,}94\ N \cdot m^2/C$. Si la carga queda fuera, $Q_{enc} = 0$ y el flujo neto es cero. Para una carga encerrada de *−1 nC*, el flujo toma signo negativo. El modelo es neurodidáctico, ya que visualiza campos ideales, no mediciones industriales.

Arte, neuroaprendizaje y profesionalización

El espacio virtual combina superficies translúcidas, líneas vectoriales y colores contrastantes como instalación de arte científico. Cada estudiante debe transitar de la percepción espacial a la predicción, al cálculo, a la comparación y a la argumentación. El facilitador guía toda la indagación e investigación.

Producto y evidencia de aprendizaje

Cada equipo entrega una captura de los escenarios, un esquema con normales, el cálculo del flujo con unidades y un breve análisis de simetría, supuestos y límites del modelo. Se evalúan el razonamiento físico, la precisión matemática, el contraste entre predicción y resultado y la argumentación profesional.

Inclusión, seguridad y alternativa de bajo costo

Ningún visor es obligatorio; los estudiantes pueden realizar toda la misión con pantalla y modelos físicos de alambre, cartón o acetato. En RV se recomiendan sesiones breves, pausas, postura sentada o espacio despejado y salir inmediatamente si aparece malestar. La visualización no sustituye al razonamiento, a la medición experimental ni a la validación de modelos.

Nota para facilitadores(as): Nuestra versión de pantalla dividida es experimental; la estabilidad de la orientación depende del teléfono celular y del navegador. Para enseñar las operaciones y documentar resultados, se recomienda utilizar, principalmente, el laboratorio 3D; el visor estereoscópico se emplea como experiencia complementaria de exploración espacial.

1.3.3. Química — Arquitectura molecular inmersiva

Pregunta viva: ¿Cómo relacionamos la arquitectura tridimensional de una molécula con sus enlaces, su simetría y su polaridad? La experiencia permite formular hipótesis, contrastar geometrías VSEPR (*Valence Shell Electron Pair Repulsions* o Teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia), observar movimientos representativos y argumentar decisiones propias de la química y de la ingeniería. Las imágenes son modelos didácticos: los átomos no presentan realmente esos colores ni esos tamaños.

¿Qué es una proyección inmersiva de 360°?

Es una experiencia audiovisual envolvente que distribuye imágenes sobre varias superficies del recinto, de modo que el público se sienta rodeado por una escena. En nuestro diseño se contemplan la pared posterior, las dos laterales, el techo y el piso; la pared frontal permanece abierta para observar el aula. Una proyección física de estas cinco superficies requiere múltiples direcciones de proyección, calibración y montaje especializado: el portal STEAMLab que creamos es una simulación digital animada de ese ecosistema, no un sistema que controle por sí mismo los proyectores reales.

Figura. Vista artística de la sala: tres paredes, techo y piso con escenas moleculares, proyector central y equipos de laboratorio.

Acceso mediante enlaces y códigos QR

Portal STEAMLab Química 360°

https://luisctito-sketch.github.io/steamlab-quimica-360/

Entrada directa al aula animada

https://luisctito-sketch.github.io/steamlab-quimica-360/sala-animada-v2.html

EXPERIMENTACIÓN — DEL ENLACE A LA GEOMETRÍA

Cómo utilizar el aula digital animada

1. Accede al portal o escanea el QR de entrada directa. Desde el inicio pulsa "Entrar al aula inmersiva animada".
2. En la computadora, utiliza un monitor horizontal; en el teléfono celular, activa la rotación automática, ponlo en horizontal y elige "Pantalla completa".
3. Observa las moléculas animadas en las tres paredes visibles, techo y piso, los instrumentos laterales y los haces simulados del proyector central.
4. Con "Moléculas" selecciona todas o una especie (H_2O, CO_2, CH_4, NH_3). Ajusta la "Velocidad", usa "Pausar" para estudiar una configuración y activa o desactiva los "Rayos" y "Partículas".
5. Registra la geometría molecular, los pares enlazantes y no enlazantes del átomo central y una predicción de polaridad; compárala con referencias químicas verificadas.

Cuatro casos para investigar

Agua (H_2O). Geometría angular; ángulo H–O–H ≈ 104,5°. Dos enlaces O–H y dos pares no enlazantes alrededor del oxígeno. Molécula polar.

Dióxido de carbono (CO_2). Geometría lineal; ángulo O–C–O = 180°. Los dipolos de los enlaces C=O se cancelan por simetría: molécula apolar.

Metano (CH_4). Geometría tetraédrica; ángulos H–C–H ≈ 109,5°. Su simetría conduce a un momento dipolar resultante nulo: molécula apolar.

Amoníaco (NH_3). Geometría piramidal trigonal; ángulos H–N–H ≈ 107°. Un par no enlazante en el nitrógeno influye en la forma; molécula polar.

Una misión profesionalizante

Actúen como un equipo de análisis molecular que debe justificar por qué dos sustancias con enlaces polares pueden presentar polaridad molecular distinta. Primero predigan la geometría por VSEPR, luego observen la sala animada y elaboren un diagrama vectorial de dipolos. Expliquen por qué el CO_2 es apolar y el H_2O es polar, sin confundir una animación atractiva con evidencia experimental.

El arte transforma la experiencia

La belleza de la instalación procede de la composición cromática, el movimiento lento y las esculturas moleculares. Cada equipo construye un modelo físico de bolas y varillas o papel, lo compara con la animación y documenta qué representa fielmente y qué simplifica.

SECUENCIA PEDAGÓGICA Y CONDICIONES DE USO

Secuencia activa de neuroaprendizaje

1. **Antes de observar:** se presentan las fórmulas químicas y se solicita a cada estudiante dibujar la geometría probable y anticipar la polaridad.
2. **Durante la exploración:** los equipos seleccionan las moléculas, pausan escenas y confrontan sus predicciones con la representación 3D.
3. **Después de observar:** justifican con VSEPR, simetría, pares electrónicos y suma vectorial de dipolos.
4. **Transferencia:** comparan una molécula nueva elegida por el docente y explican por qué su representación necesita revisión o validación.

Evidencia y evaluación

Producto: informe técnico breve con cuatro esquemas estructurales, geometrías y ángulos aproximados, justificación de la polaridad molecular y análisis de al menos tres limitaciones del modelo proyectado. Se valora la exactitud científica, la argumentación, la colaboración, la creatividad artística y la capacidad de corregir predicciones a partir de evidencias.

Requisitos para una proyección física envolvente

Una sala real de seis superficies exige proyectores apropiados, soportes y ubicaciones seguros, corrección de perspectiva, calibración geométrica, control de brillo, sincronización y, cuando las imágenes se solapan, fusión de bordes (*edge blending*). No existe garantía de que un solo equipo central cubra paredes, techo y piso con nitidez. El proyector central del modelo web es una representación artística. Puede iniciarse con una pantalla o un solo proyector para analizar el contenido didáctico antes de invertir en el montaje.

Inclusión, seguridad y bajo costo

Ofrece participación sin exposición sensorial intensa: velocidad lenta, pausas, luz ambiental suficiente para circular, acceso a diagramas impresos y modelos físicos táctiles. Mantén las rutas despejadas, fija cables y proyectores, evita mirar directamente al haz y no uses sustancias químicas reales en esta actividad visual. La visualización no reemplaza la consulta de datos experimentales ni la supervisión docente.

Para ampliar y verificar

Se recomienda contrastar las estructuras y propiedades con material de química general y fuentes de referencia, como el capítulo sobre geometría molecular de *OpenStax Chemistry 2e (*https://openstax.org/details/books/chemistry-2e*)* y datos moleculares de *PubChem (*https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/*)*. La animación STEAMLab tiene finalidad educativa, no es simulación química predictiva.

Recreo cerebral 4: La orquesta de los cinco sentidos

Percepción, ritmo y asociación multisensorial

Educcartito se convierte en director de una pequeña orquesta sensorial. Cada color representa una acción y los participantes deben interpretarla.

Por ejemplo, rojo significa una palmada; azul, dos golpes suaves sobre las piernas; verde, levantar ambas manos; amarillo, guardar silencio.

¿Qué favorece este recreo cerebral? Integración audiovisual, memoria secuencial, inhibición de respuestas y reconocimiento de patrones. También permite relacionar el juego con Matemáticas, Física y Música.

BLOQUE 2: ECOSISTEMAS MULTISENSORIALES

SENTIR PARA COMPRENDER, CON ATENCIÓN Y DIGNIDAD

Un ecosistema (aula) multisensorial ofrece representaciones coordinadas y oportunidades de autorregulación, sin imponer un bombardeo de estímulos. Además de visión y audición pueden intervenir tacto, propiocepción y movimiento; el olfato debe ser optativo, justificado y especialmente prudente por alergias o sensibilidad. Se puede usar como guía los ambientes inspirados en salas ***Snoezelen***: trasladamos esa inspiración a actividades curriculares sin atribuirles efectos clínicos.

Principio de diseño y cuidado

Diseñar primero el contenido y luego seleccionar estímulos pertinentes. Ofrecer luz estable, volumen regulable, señales redundantes, descansos y una alternativa silenciosa. No prometer beneficios de cromoterapia o aromaterapia sin evidencia específica.

2.1. Primaria: el ecosistema en acción

El juego, la narración, el cuerpo, el color y la manipulación abren caminos a conceptos científicos iniciales. La siguiente experiencia es de matemáticas y constituye una propuesta adaptable, no un guion cerrado, que permite explorar, modelar, crear arte, dialogar y comprobar evidencias.

2.1.1. Matemáticas — Números que se tocan y se escuchan

Pregunta viva: ¿Cuántas formas tenemos de representar el mismo número?

Preparación del ecosistema. Mesas con fichas, cuerdas, bloques, tarjetas grandes y ritmos suaves opcionales.

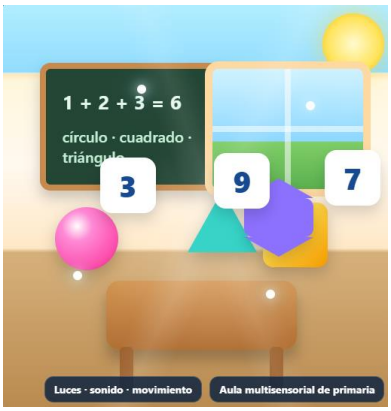
Secuencia activa. Construir agrupaciones hasta 100, contar de dos modos, oír patrones rítmicos sin depender de ellos y explicar igualdad y diferencia.

El arte transforma la experiencia. Collage de patrones y percusión corporal voluntaria.

Evidencia de neuroaprendizaje. Representar una cantidad de tres modos y justificar agrupación.

Inclusión, seguridad y versión de bajo costo. Eliminar sonido para sensibles; piezas de tamaño seguro.

AULA MULTISENSORIAL (Haz clic encima de la imagen o ingresa mediante el QR).



2.2. Secundaria: el ecosistema en acción

La identidad, el grupo de pares y la búsqueda de autonomía piden retos relevantes y oportunidades para tomar decisiones. Se integran modelos formales, experimentación, argumentación y producción artística; la inmersión no desplaza los cálculos ni el contraste empírico.

La siguiente experiencia es de química y constituye una propuesta adaptable, no un guion cerrado, ya que permiten explorar, modelar, crear arte, dialogar y comprobar evidencias.

2.2.1. Química — Estaciones del pH sin olores

Pregunta viva: ¿Cómo medimos si una solución es ácida o básica?

Preparación del ecosistema. Papel indicador, imágenes, escala de color accesible y muestras domésticas diluidas permitidas.

Secuencia activa. Registrar predicción, usar indicador bajo supervisión y ordenar resultados cualitativos; Educcartito pregunta si color equivale a pH exacto.

El arte transforma la experiencia. Carta artística de gradientes cromáticos con claves textuales.

Evidencia de neuroaprendizaje. Registro de color e interpretación prudente del rango de pH.

Inclusión, seguridad y versión de bajo costo. Sin degustación/olfato directo; apoyos textuales para daltonismo.

AULA MULTISENSORIAL (Haz clic encima de la imagen o ingresa mediante el QR).

2.3. Universidad: el ecosistema en acción

La experiencia pasa de explorar fenómenos a modelar, diseñar, medir, argumentar y evaluar impactos profesionales. Cada actividad exige supuestos explícitos, fuentes confiables, seguridad, replicabilidad y ética. La tecnología debe sostener investigación y transferencia, no simular rigor.

La siguiente experiencia es de física y constituye una propuesta adaptable, no un guion cerrado, ya que permite explorar, modelar, crear arte, dialogar y comprobar evidencias.

2.3.1. Física — Laboratorio de señales y percepción

Pregunta viva: ¿Cómo se relacionan frecuencia física y percepción?

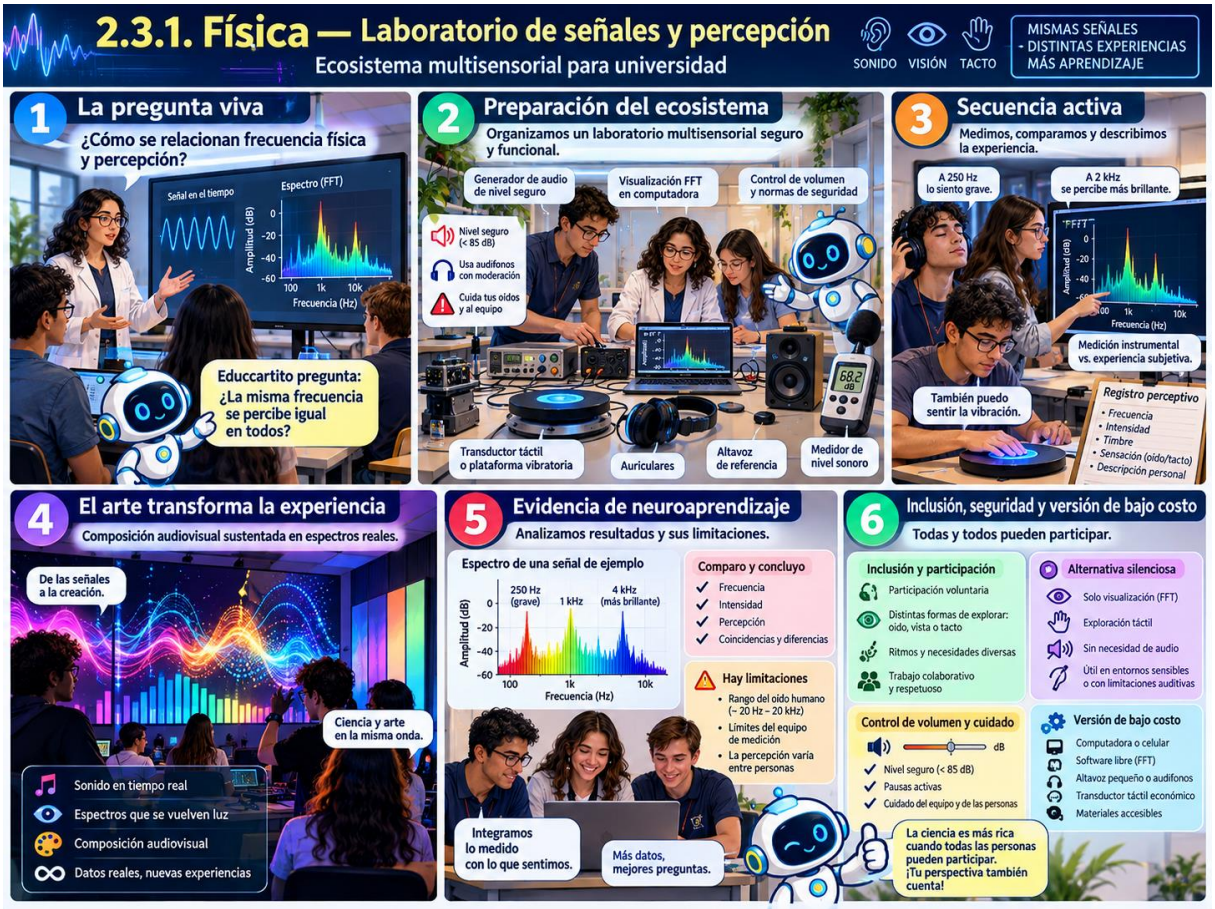
Preparación del ecosistema. Generador de audio de nivel seguro, visualización FFT (*Fast Fourier Transform*)y transductor táctil adecuado.

Secuencia activa. Medir señales, comparar espectros y descripciones perceptivas voluntarias; diferenciar medida instrumental y experiencia subjetiva.

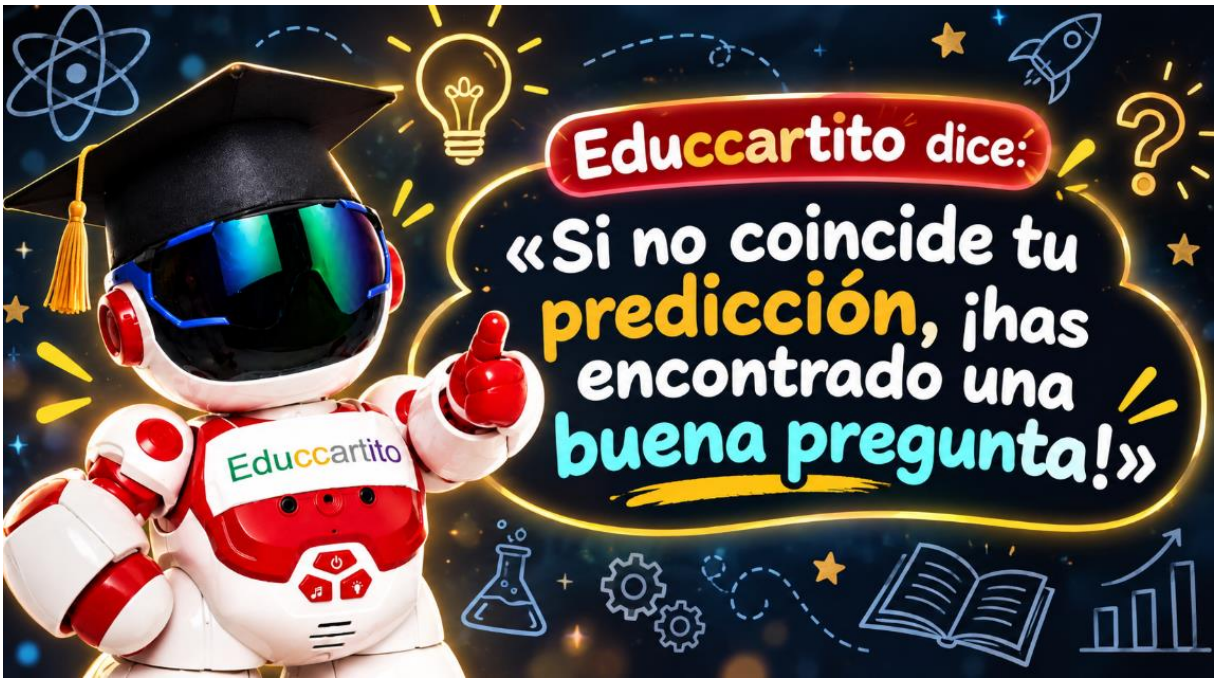
El arte transforma la experiencia. Composición audiovisual sustentada en espectros.

Evidencia de neuroaprendizaje. Espectro con unidades y discusión de limitaciones de oído/equipo.

Inclusión, seguridad y versión de bajo costo. Control de volumen; alternativa silenciosa y permiso de participación.



AULA MULTISENSORIAL (Haz clic encima de la imagen o ingresa mediante el QR).



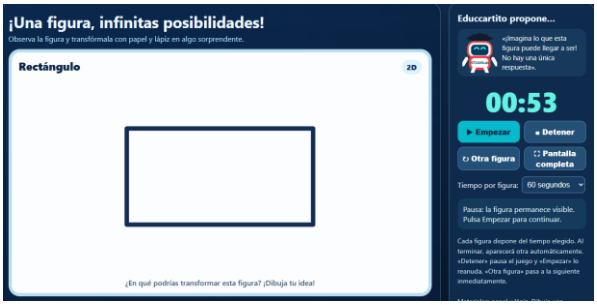
Recreo cerebral 5: Dibujando lo imposible

Creatividad, imaginación y pensamiento divergente

Educcartito muestra una figura geométrica muy sencilla: un círculo, un triángulo o tres líneas inconexas. Los participantes tienen un minuto para transformarla mentalmente o mediante un dibujo en algo completamente distinto.

Un círculo puede convertirse en un planeta, una célula, una rueda o un rostro. Después Educcartito incorpora otra figura y desafía a combinar ambas para representar un invento científico imaginario.

¿Qué favorece este recreo cerebral? Flexibilidad de pensamiento, imaginación, asociación de ideas, expresión artística y generación de alternativas.



BLOQUE 3: ECOSISTEMAS RESONANTES

VÍNCULOS QUE RESPONDEN: DIÁLOGO, SENTIDO Y COMUNIDAD

Resonar pedagógicamente implica que el ecosistema o aula escucha al mundo, el mundo interpela al ecosistema y cada participante puede responder con voz propia. El espacio favorece reciprocidad, confianza, acuerdos y problemas auténticos; no significa que todos piensen o vibren de igual forma en una frecuencia especial. La guía destaca círculos de diálogo, mobiliario flexible, retroalimentación y proyectos comunitarios.

Principio de diseño y cuidado. La resonancia auténtica exige derecho al desacuerdo, posibilidad de no exponerse públicamente, distribución de la palabra, acuerdos revisables y devolución responsable de proyectos al entorno.

3.1. Primaria: el ecosistema en acción

El juego, la narración, el cuerpo, el color y la manipulación abren caminos a conceptos científicos iniciales. Educcartito actúa como compañero que pregunta y se sorprende, nunca como juez que regaña. La seguridad, las consignas breves y la participación familiar sin exclusiones son prioritarias.

3.2. Secundaria: el ecosistema en acción

La identidad, el grupo de pares y la búsqueda de autonomía piden retos relevantes y oportunidades para tomar decisiones. Se integran modelos formales, experimentación, argumentación y producción artística; la inmersión no desplaza los cálculos ni el contraste empírico.

3.3. Universidad: el ecosistema en acción

La experiencia pasa de explorar fenómenos a modelar, diseñar, medir, argumentar y evaluar impactos profesionales. Cada actividad exige supuestos explícitos, fuentes confiables, seguridad, replicabilidad y ética. La tecnología debe sostener investigación y transferencia, no simular rigor.

Recreo cerebral 6: Jugando con las manos y dedos

Cinco ejercicios de coordinación manual

Esta pausa breve propone reproducir cinco gestos observados en el video. Cada reto puede practicarse de forma lenta y luego aumentar ligeramente la velocidad, sin perder precisión. Las actividades pueden realizarse sentado o de pie, con ambas manos visibles frente al cuerpo.

Los movimientos deben ser cómodos e indoloros. No se fuerza la amplitud articular ni se compite por velocidad. Quien tenga dolor, limitación motora o fatiga puede reducir el recorrido, usar una sola mano, seguir mentalmente la secuencia u observar. Pasemos, ahora, a hacer los cincos ejercicios de gimnasia cerebral.

BLOQUE 4: ECOSISTEMAS MÓVILES

CUANDO EL AULA O ECOSISTEMA SALE AL ENCUENTRO DE LA COMUNIDAD

los ecosistemas móviles de neuroaprendizaje son experiencias educativas itinerantes que llevan ciencia, tecnología, ingeniería, arte, matemáticas y cultura de paz a escuelas, colegios, universidades, bibliotecas, centros comunitarios, plazas, parques y a otros lugares. No dependen de un salón permanente, se organizan como escenarios reconfigurables, estaciones de investigación, instalaciones escénicas y pequeños laboratorios transportables. Su propósito no es trasladar una clase tradicional, sino transformar el lugar de encuentro en un ambiente para observar, preguntar, experimentar, crear y dialogar.

Este bloque complementa las aulas inmersivas, multisensoriales y resonantes ya descritas. Un espacio móvil puede incorporar las tres cualidades: envolver simbólicamente a sus participantes, abrir diversas vías perceptivas y generar resonancia humana mediante la curiosidad compartida, la emoción estética y el sentido social. Su desarrollo como sistema itinerante integral corresponderá al futuro Cuaderno N.º 12, "STEAMLab sobre ruedas"; aquí presentamos sus posibilidades pedagógicas fundamentales.

4.1. Una arquitectura móvil, tecnológica y humana

El modelo que proponemos no se reduce a un vehículo cargado de materiales. Consiste en módulos plegables, estructuras livianas certificadas para el uso previsto, escenarios de montaje rápido, pantallas, superficies para proyección, baterías protegidas, iluminación LED regulable y unidades de control basadas en la electrónica embebida como Arduino, ESP32 o micro:bit. Sensores de proximidad, movimiento, luz, temperatura o sonido, junto con motores, servomotores, altavoces y robots educativos, permiten que el público intervenga y observe respuestas inmediatas. Cada recurso debe estar al servicio de una pregunta científica concreta; el efecto espectacular no reemplaza a la comprensión.

El diseño será por niveles: en primaria predominan la narrativa, el juego y la manipulación; en secundaria se incorporan mediciones, hipótesis y discusión de evidencias; en educación superior, como en la universidad, se proponen modelado, calibración, diseño, validación e impacto ético. En los tres niveles se procurarán consignas breves, accesibilidad, regulación sensorial, alternativas analógicas y participación voluntaria.

4.2. Teatro tecnológico de títeres científicos

Un teatro de títeres móvil consiste en una estructura escénica desmontable donde personajes y objetos representan fenómenos y conflictos científicos mediante relatos cortos. A diferencia de la casita de títeres (teatrillo o teatrino) tradicional, se incorporan luces LED direccionables, fondos digitales, paisajes sonoros controlados,

sensores de presencia y pequeños actuadores que permitan modificar la escena. Un títere, por ejemplo, puede preguntarse por qué desaparece su sombra al cambiar la fuente de luz; otro puede intentar repartir cantidades equivalentes entre compañeros. El público predice lo que sucederá y activa, cuando corresponda, un botón o sensor que desencadena el experimento visible.

La enseñanza mejora porque combina narración, emoción, lenguaje, percepción y contraste con la experiencia. Tras la función, los estudiantes pueden reconstruir lo sucedido mediante dibujos, cálculos o modelos sencillos. Aquí, la presentación no debe terminar en aplausos, sino debe concluir con una explicación comprensible y una nueva pregunta.

4.3. Marionetas mecatrónicas y personajes que responden

Las marionetas se diferencian de los títeres de mano por sus movimientos articulados, generalmente guiados por hilos, varillas o mecanismos. En nuestra propuesta, las tradicionales figuras pueden convivir con marionetas mecatrónicas, con articulaciones accionadas por servomotores de baja energía, sensores de posición, mandos accesibles y rutinas programables. Una marioneta que imita una articulación humana ayuda a comprender la teoría de las palancas y del movimiento; otra que modifica su inclinación en respuesta a la luz permite discutir control y realimentación. Los mecanismos deben mantenerse protegidos para evitar atrapamientos y no se deben manipular mientras estén energizados.

Además de aprender ciencias, los estudiantes exploran programación, secuencias, coordinación, diseño mecánico y expresión artística. Pueden comparar movimientos naturales y automatizados, identificar límites del modelo y elaborar propuestas de

mejora. El espectáculo es un puente hacia la explicación de cómo y por qué se mueve la figura.

4.4. Cuentacuentos científico, musical e interactivo

El cuentacuentos móvil es una experiencia escénica en la que la voz, el gesto, la música, las ilustraciones y las decisiones del público construyen una historia vinculada con conocimientos científicos. Un pequeño panel táctil, tarjetas con códigos o sensores de proximidad pueden permitir que los asistentes elijan una ruta: ¿seguirá la gota de agua hacia la nube, el río o el suelo? La pantalla debe mostrar animaciones breves; mientras que, luces suaves y sonidos originales acompañan la narración. Los efectos pueden ser opcionales y el relato también puede desarrollarse sin equipos electrónicos si las condiciones lo requieren.

El valor neuropedagógico reside en que los participantes formulan explicaciones, comparan desenlaces y comprenden relaciones causales, en lugar de escuchar pasivamente. En primaria puede trabajarse el ciclo del agua, por ejemplo; en secundaria, la energía de una comunidad; en la universidad, un dilema sobre automatización o sostenibilidad. La narración debe distinguir, explícitamente, las licencias imaginativas de los hechos comprobables. La siguiente imagen muestra una sala moderna para los cuentacuentos.

4.5. Teatro científico experimental y escénico

El teatro científico móvil reúne la interpretación dramática, la demostración experimental, música y la reflexión colectiva. Sus escenas parten de preguntas reales: ¿puede una fuerza que no vemos cambiar un movimiento?, ¿cómo se comunica información mediante luz?, ¿qué decisiones éticas exige una tecnología? Los intérpretes incluyen actores, docentes y estudiantes; el escenario utiliza sensores, iluminación sincronizada y visualizaciones para mostrar relaciones causa-efecto. Cuando una demostración requiere condiciones especiales de seguridad, se reemplaza por una simulación verificada o un montaje certificado y supervisado.

La metodología combina aprendizaje basado en problemas, dramatización, indagación y debate. Cada obra puede abrir con una controversia, interrumpirse para recoger predicciones del público y finalizar contrastando hipótesis con datos. En lugar de presentar a la ciencia como una colección de certezas inmutables, se muestra su carácter revisable, creativo y responsable. Una función breve puede desplegarse en el patio escolar o en una plaza con aforo delimitado, control de sonido y acceso libre de obstáculos.

4.6. Carpas-laboratorio y planetarios astronómicos móviles

Las carpas modulares convierten patios, canchas y áreas despejadas en laboratorios temporales. Una modalidad especialmente atractiva es el planetario inflable: una cúpula oscura que permite proyectar constelaciones, recorridos aparentes del cielo, fases lunares o viajes espaciales simulados. Su carácter envolvente favorece la comprensión espacial, siempre que el docente vincule las imágenes con observaciones astronómicas reales y advierta qué representaciones no respetan escala o tiempo. Otras carpas pueden alojar laboratorios de luz y color, geometría tridimensional, robótica o biodiversidad.

La cúpula debe contar con ventilación continua, salidas despejadas, control de aforo, accesibilidad y procedimientos de evacuación; no se ubicará en zonas expuestas a viento o lluvia sin especificaciones técnicas adecuadas. La proyección se acompañará de actividades posteriores: registrar una observación, construir un modelo orbital, analizar datos o formular preguntas nuevas. Imagen futura: planetario móvil de STEAMLab instalado en el patio, con recepción accesible, estación exterior de telescopios y docente orientador.

4.7. Laboratorios sobre ruedas: estaciones de ciencias e ingeniería

Una unidad móvil puede transportar maletas de experimentos, paneles desmontables, sensores, instrumentos de medición y prototipos de electrónica embebida. Se propone organizar pequeñas estaciones por retos: medir temperatura y humedad en diferentes lugares, observar ondas con un osciloscopio educativo, construir un circuito de luz con baja tensión, diseñar un sistema de riego automatizado o comprobar qué configuración mejora la estabilidad de una estructura. Cada estación comienza con una pregunta, permite intervenir sobre una variable y culmina con un registro de evidencias.

La electrónica debe ser segura y reparable: baterías con protección, cableado identificado, cajas resistentes, voltajes adecuados a la edad, interruptores accesibles y procedimientos de desconexión. La manipulación de sustancias químicas se limitará a actividades autorizadas y supervisadas; el transporte, almacenamiento y descarte seguirán las normas aplicables. El laboratorio puede funcionar desde un vehículo estacionado o mediante kits descargables que ocupen mesas comunitarias.

4.8. Robótica itinerante, arte interactivo y matemáticas en movimiento

Las pistas móviles de robótica permitirán organizar desafíos de seguidores de línea, vehículos con sensores, brazos didácticos y sistemas que respondan a señales luminosas o acústicas. El objetivo no será premiar únicamente al robot más veloz: los estudiantes observarán errores, medirán trayectorias, argumentarán decisiones de diseño y colaborarán para resolver problemas. Una pequeña arena desmontable, un marcador de resultados con LED y un panel de telemetría bastan para crear una experiencia de ingeniería comprensible y motivadora.

También proponemos galerías matemáticas móviles con poliedros, superficies plegables, proyecciones de simetrías, rompecabezas de ingeniería del papel y mosaicos que cambien de iluminación al completar un patrón. Un mural artístico interactivo puede traducir movimientos en luz y ritmo, siempre con alternativas sin sonido o destellos. El vínculo con el arte no es decorativo: ayuda a comunicar relaciones matemáticas, interpretar datos y expresar soluciones científicas a través de nuevos lenguajes.

4.9. Ciencia ciudadana, naturaleza y estaciones comunitarias

Un ecosistema móvil puede instalarse en plazas, parques y comunidades para investigar el entorno inmediato. Con sensores portátiles se comparan temperatura, iluminación, humedad o niveles sonoros entre espacios; con lupas, guías y registros fotográficos se exploran hojas, suelos o insectos sin dañarlos. La tecnología permite organizar los datos en pantallas sencillas, pero las preguntas deben nacer del territorio: ¿dónde encontramos más sombra?, ¿qué materiales se calientan antes?, ¿qué decisiones podrían mejorar nuestro entorno?

Los resultados se discuten con estudiantes, docentes, familias y comunidad, cuidando consentimiento y privacidad de imágenes o registros personales. La participación no se reduce a mirar una demostración: los asistentes contribuyen a producir e interpretar evidencias. Así, STEAMLab sobre ruedas se convierte también en espacio de escucha, cooperación, inclusión y cultura de paz.

4.10. Cómo se organizará una jornada móvil de STEAMLab

Toda intervención debe comenzar antes del traslado. El equipo de facilitadores de P3000 4000 5000, La Multi-U, la MultiLab y STEAMLab definirán el propósito, la edad y el contexto; inspeccionarán el lugar, obtendrán permisos cuando corresponda y establecerán un inventario de equipos. Se priorizarán rutas de acceso inclusivas, suministro eléctrico seguro o baterías protegidas, protección climática, ventilación, agua para higiene cuando se requiera, señalización y un plan básico de respuesta a emergencias. La intensidad luminosa y sonora se ajustará al entorno; ninguna experiencia debe imponer estímulos ni forzar la participación.

La jornada podrá articularse en cuatro momentos breves: una apertura escénica que despierte una pregunta, una exploración guiada por estaciones, un espacio de creación artística o tecnológica y un cierre de reflexión con evidencias.

Este Bloque 4 no propone sustituir a las unidades educativas ni llevar pantallas a todos los lugares. Propone que la escuela, colegio o universidad se expandan hacia su comunidad, aprovechando la ciencia, la creatividad y las tecnologías apropiadas. El verdadero indicador de éxito no será cuántas luces se encendieron, sino cuántas preguntas nuevas, vínculos y posibilidades de aprender permanecieron después de desmontar el escenario.

GLOSARIO ESENCIAL

Neuroaprendizaje: Estudio y diseño del aprendizaje en diálogo prudente con conocimiento cognitivo, afectivo, social y neurocientífico.

Ecosistema educativo: Red de estudiantes, docentes, saberes, cultura, entorno, infraestructura y herramientas que interactúan.

Inmersión: Sentido de presencia o participación profunda en una situación representada o experiencial.

Multisensorialidad: Coordinación intencional de modalidades perceptivas al servicio de un contenido.

Resonancia pedagógica: Relación de respuesta significativa, escucha y transformación recíproca entre personas y mundo.

DUA: Diseño Universal para el Aprendizaje: anticipación de variabilidad y reducción de barreras mediante opciones.

Paisaje de aprendizaje: Organización de rutas o estaciones con desafíos y opciones relevantes y metas comunes.

RA y RV: Realidad aumentada y realidad virtual, respectivamente.

Tecnoeducación: Integración crítica de tecnologías y decisiones didácticas.

Metacognición: Capacidad de examinar, regular y justificar cómo se aprende.

Referencias y lecturas de apoyo

MATERIALES APORTADOS PARA ESTE CUADERNO

STEAMLab / Pedagooogía 3000 4000 5000. (2026). Cuaderno N.º 08: Inteligencia Artificial Educativa: Copiloto, no Sustituto. Material de referencia compartido.

Aulas Inmersivas, Multisensoriales y Resonantes: Guía Conceptual y Práctica. (s. f.). Documento de dos páginas compartido para esta elaboración.

MARCO PEDAGÓGICO COMPLEMENTARIO (ORIENTATIVO; VERIFICAR EDICIONES SEGÚN CONTEXTO)

CAST. (2024). Universal Design for Learning Guidelines, version 3.0.

Mayer, R. E. Multimedia Learning. Cambridge University Press.

Immordino-Yang, M. H. Emotions, Learning, and the Brain. W. W. Norton.

Kolb, D. A. Experiential Learning. Pearson.

Rosa, H. Resonance: A Sociology of Our Relationship to the World. Polity.

UNESCO. Documentos de orientación sobre tecnología en educación, inclusión y ética de la inteligencia artificial.

Nota metodológica: los materiales entregados aportan el enfoque institucional y la clasificación tripartita. Las experiencias, los instrumentos y las recomendaciones de implementación son elaboración neurodidáctica propuesta para este cuaderno; deben adaptarse, pilotarse y evaluarse localmente. Los recursos opcionales no constituyen aval de eficacia clínica.

----- oOo -----