



Curiosity Kairos

Curiosidad en el tiempo justo

DIRECCIÓN DE DESARROLLO PEDAGÓGICO E
INNOVACIÓN EDTECH

DOCUMENTO TÉCNICO CURRICULAR

VERSIÓN: 1.001

Fecha de Emisión: 1 de junio de 2026

PROGRAMA DE REFORZAMIENTO CURRICULAR (PRC)

CURIOSITY KAIROS — BIOLOGÍA, FÍSICA Y QUÍMICA (7.º BÁSICO A 2.º MEDIO)

DISEÑO CURRICULAR DE ALTA EXPECTATIVA, NEURODIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y EVALUACIÓN FORMATIVA

ARQUITECTURA DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN EL PRC

[GOBERNANZA EPISTÉMICA]

Agencia Ciudadana, Pensamiento Crítico y Ética

CÚSPIDE

▲ (Dimensión Afectivo-Epistémica)

[EVALUACIÓN Y SÍNTESIS]

Argumentación de Toulmin y Análisis de Sistemas

SÍNTESIS

▲ (Modelización y Tránsito Semiótico)

[PROCESAMIENTO COGNITIVO]

Andamiaje en la ZDP y Regulación de Carga Cognitiva

MEDIACIÓN

▲ (Elicitación e Indagación Progresiva)

[NIVELACIÓN Y DIAGNÓSTICO]

Estatus del Error Constructivo y Activación de Esquemas

BASE

I. INTRODUCCIÓN, CONTEXTO Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El **Programa de Reforzamiento Curricular (PRC)** de Curiosity Kairos constituye una propuesta de alta ingeniería pedagógica diseñada para reestructurar la enseñanza y el aprendizaje de la Biología, la Física y la Química en la educación secundaria chilena (7.º Básico a 2.º Medio). Históricamente, las iniciativas de nivelación escolar y reforzamiento académico han adolecido de un reduccionismo operativo: se han limitado a la simplificación de contenidos, la reproducción de algoritmos de cálculo matemático desprovistos de sentido físico, y la preparación mecánica y memorística de evaluaciones estandarizadas. Este enfoque tradicional no solo perpetúa el desinterés de los jóvenes por las disciplinas STEM, sino que consolida graves

preconcepciones conceptuales e inhabilita las estructuras de razonamiento formal necesarias para actuar en el mundo contemporáneo.

El PRC rompe con esta inercia didáctica mediante la articulación sistemática de **nueve pilares teóricos y didácticos**. Estos pilares han sido organizados jerárquicamente de mayor a menor relevancia para la demarcación del conocimiento científico y la optimización de la arquitectura cognitiva humana, configurando una matriz de aprendizaje de alta expectativa:

JERARQUÍA DE PILARES TEÓRICOS Y COGNITIVOS EN EL PRC	
1. Popper & Hill	Demarcación Epistemológica y Causalidad vs. Correlación
2. Duval & Giere	Modelización Científica Escolar y Tránsito Semiótico
3. Sweller & Vygotsky	Teoría de la Carga Cognitiva y Andamiaje Instruccional
4. Wenning & Lawson	Taxonomía de Indagación y Razonamiento Formal
5. Toulmin & Sanmartí	Argumentación Científica Escolarizada
6. Donella Meadows	Pensamiento Sistémico y Multicausalidad Dinámica
7. Astolfi & Flavell	Pedagogía del Error Constructivo y Metacognición
8. Roediger & Karpicke	Recuperación Activa y Práctica Distribuida
9. Dr. M. Quintanilla	Dimensión Afectivo-Relacional de la Epistemología de Aula

1. Naturaleza de la Ciencia, Demarcación y Pensamiento Crítico

Autores: Karl Popper (1934/1959); Sir Austin Bradford Hill (1965).

Fundamentación: La base epistemológica del PRC se asienta sobre la premisa de que aprender ciencia requiere comprender explícitamente cómo se delimita, construye y valida el conocimiento. El programa adopta el falsacionismo de Karl Popper, enseñando a los estudiantes que una teoría o conjetura solo posee carácter científico si es empíricamente refutable. Esto inmuniza a los alumnos frente a dogmas pseudocientíficos, promoviendo un escepticismo metodológico saludable. En el plano metodológico, el PRC entrena a los estudiantes en los criterios de Sir Austin Bradford Hill para resolver una de las mayores dificultades cognitivas en el análisis de datos: discriminar rigurosamente entre una correlación estadística

(covariación de variables) y una relación de causalidad genuina. Los estudiantes aprenden a peritar la consistencia, la secuencia temporal, la especificidad y la plausibilidad mecanicista de los fenómenos químicos, físicos y biológicos estudiados.

2. Modelización Científica Escolar y Tránsito Semiótico

Autores: Raymond Duval (1999, 2006); Ronald Giere (1988, 1992); Justi & Gilbert (2016).

Fundamentación: Las teorías científicas escolares no son descripciones literales y directas de la realidad, sino modelos representacionales simplificados, provisionales y perfectibles que permiten explicar y predecir fenómenos. Bajo el realismo cognitivo de Ronald Giere, los estudiantes interactúan con los modelos (como el modelo atómico, la teoría celular o las leyes cinemáticas) comprendiendo sus supuestos de simplificación y límites de validez. Para operativizar esta modelización, el programa se fundamenta en la teoría de registros de representación semiótica de Raymond Duval. El verdadero aprendizaje de conceptos abstractos ocurre cuando el estudiante es capaz de realizar con fluidez operaciones de tratamiento (transformaciones dentro de un mismo sistema de representación) y conversión (traducción bidireccional entre sistemas de signos distintos, como transitar de un gráfico de velocidad-tiempo a una ecuación diferencial elemental y luego a una explicación cualitativa).



3. Teoría de la Carga Cognitiva y Andamiaje Instruccional

Autores: John Sweller (1988, 2010); Lev Vygotsky (1934/1978); Jerome Bruner (1976).

Fundamentación: El procesamiento de conceptos biológicos, físicos y químicos complejos genera una alta demanda sobre la memoria de trabajo de los adolescentes. La Teoría de la Carga Cognitiva de John Sweller guía el diseño instruccional del PRC para eliminar la carga extrínseca (ruido visual, instrucciones ambiguas, desorden de interfaz) y potenciar la carga germana, aquella dedicada a la integración activa de esquemas cognitivos. Para ello, se diagnostica la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) de cada estudiante utilizando los postulados de Lev Vygotsky, instalando de inmediato los andamios instruccionales conceptuales (*scaffolding*) conceptualizados por Jerome Bruner. Estos andamios (como organizadores gráficos, guías socráticas y recursos interactivos de aprendizaje) están diseñados para sufrir un proceso de desvanecimiento progresivo (*cognitive fading*) a medida que el alumno consolida su autonomía cognitiva.

ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO (ZDP) — MEDIACIÓN INSTRUCCIONAL EN EL AULA VIRTUAL

NIVEL DE DESARROLLO REAL

Punto de partida del alumno

- Ideas alternativas sin deconstruir.
- Razonamiento concreto o intuitivo.
- Desempeño autónomo limitado en ciencias.

[Diagnóstico] Fase 0 (KPSI)

ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO

Espacio de Mediación y Andamiaje

- **Andamiaje de Alta Densidad:** Ejemplos Resueltos (Fase 1) y modelos explícitos.
- **Desvanecimiento Cognitivo:** Fading progresivo de ayudas.
- **Andamiaje de Baja Densidad:** Práctica guiada (Fase 2) y laboratorios (Fase 3).

Rol del Educador / Diseño Instruccional

NIVEL DE DESARROLLO POTENCIAL

Autonomía del egresado

- Razonamiento formal consolidado (Lawson).
- Gobernanza epistémica y metacognitiva.
- Transferencia a nuevos contextos y PAES.

[Evaluación] Fase 4 (Certificación)

4. Taxonomía de Indagación y Desarrollo del Razonamiento Formal

Autores: Carl J. Wenning (2005, 2015); Anton E. Lawson (1978, 2018).

Fundamentación: El tránsito desde las estructuras del pensamiento lógico-concreto hacia el pensamiento lógico-formal abstracto propio del quehacer científico requiere entrenamiento deliberado en el aula. El PRC utiliza la Taxonomía de Niveles de Indagación de Carl J. Wenning para transitar sistemáticamente desde lecciones de indagación guiada hasta indagaciones libres en entornos virtuales controlados. Esta taxonomía proporciona el escenario procedimental perfecto para ejercitar de forma explícita los seis patrones de razonamiento formal de Anton Lawson:

- **Control de variables:** Aislar y manipular variables independientes controlando los factores intervinientes.
- **Razonamiento proporcional:** Comprender leyes de variación inversa y directa en sistemas físicos y químicos.
- **Razonamiento probabilístico:** Evaluar la probabilidad de eventos biológicos (e.g., herencia mendeliana).
- **Razonamiento correlacional:** Evaluar patrones de covariación en conjuntos de datos multivariados.
- **Razonamiento combinatorio:** Sistematizar todas las combinaciones posibles de variables en un sistema experimental.
- **Razonamiento hipotético-deductivo:** Formular hipótesis falsables y deducir consecuencias lógicas contrastables experimentalmente.

5. Argumentación Científica y Estructura Argumentativa

Autores: Stephen Toulmin (1958/2003); Sardà & Sanmartí (2000); Jiménez-Aleixandre & Erduran (2007).

Fundamentación: La ciencia no es solo una actividad experimental, sino una práctica social discursiva de negociación y justificación de significados. El PRC utiliza el Modelo Argumentativo de Stephen Toulmin como el principal organizador discursivo del estudiante. El modelo exige que toda afirmación científica escolar se fundamente en una estructura lógica robusta:

MODELO ARGUMENTATIVO DE STEPHEN TOULMIN EN EL AULA CIENTÍFICA

MARCO TEÓRICO / RESPALDO (R)

Cuerpo consolidado del conocimiento científico

GARANTÍA (G)

Leyes, teorías y principios explicativos

REFUTACIÓN (X)

Condiciones de excepción y límites de validez

DATOS (D)

Evidencia empírica, mediciones, gráficos



CUALIFICADOR (Q)

Grado de certeza o probabilidad modal



CONCLUSIÓN (C)

Afirmación, tesis o predicción validada

En sintonía con las investigaciones de Sardà & Sanmartí y Jiménez-Aleixandre, este andamio lingüístico impide que los estudiantes emitan opiniones intuitivas o tautológicas, obligándolos a conectar los datos empíricos obtenidos en las simulaciones con las grandes ideas de la ciencia mediante una garantía lógica explícitamente fundamentada en la teoría.

6. Pensamiento Sistémico, Dinámica de Sistemas y Multicausalidad

Autora: Donella Meadows (2008).

Fundamentación: La didáctica tradicional suele modelar la naturaleza mediante relaciones causales lineales y unidireccionales de tipo estímulo-respuesta. Sin embargo, los sistemas biológicos, químicos y físicos reales se caracterizan por su alta complejidad e interdependencia. El PRC aplica la dinámica de sistemas de Donella Meadows para entrenar a los estudiantes en el reconocimiento de:

- **Bucles de Retroalimentación Negativa:** Mecanismos autorreguladores homeostáticos (e.g., control de la glicemia o regulación térmica corporal).
- **Bucles de Retroalimentación Positiva:** Procesos acumulativos de amplificación de señal (e.g., cambio climático global o despolarización de la membrana neuronal).
- **Desfases Temporales (Time Delays):** Retardos entre una perturbación sistémica y la visualización de sus efectos ecológicos o fisiológicos.
- **Efectos No Lineales:** Puntos críticos de ruptura y límites de saturación en procesos químicos y físicos.

Arquitectura de un Sistema Dinámico Multicausal

DINÁMICA DE SISTEMAS

Estructura Operativa: Flujo de Entrada (*Inflow*) → [Válvula Reguladora] → **ACUMULACIÓN (Stock)** → [Válvula Reguladora] → Flujo de Salida (*Outflow*).

El stock alimenta tanto bucles de refuerzo (+) que generan crecimiento exponencial o amplificación, como bucles de balance (-) orientados a la estabilización homeostática. La interacción entre desfases temporales y no linealidades explica los umbrales de saturación y colapso de los sistemas naturales.

7. Pedagogía del Error Constructivo y Monitoreo Metacognitivo

Autores: Jean-Pierre Astolfi (1997); John Flavell (1979).

Fundamentación: En el PRC, el error no es considerado un fallo punible, sino el indicador didáctico fundamental del estado cognitivo del alumno. Inspirado en la pedagogía del error de Jean-Pierre Astolfi, el programa asume que los errores de los estudiantes no se deben a la falta de atención o inteligencia, sino a la existencia de estructuras explicativas intuitivas estables basadas en el sentido común (ideas alternativas u obstáculos epistemológicos). Mediante el diseño de cuestionarios adaptativos con retroalimentación inmediata, el programa promueve el monitoreo metacognitivo de John Flavell. Se obliga al estudiante a tomar conciencia de los sesgos que lo llevaron a elegir una opción incorrecta, transformando la equivocación en un resorte didáctico de reestructuración conceptual.

8. Recuperación Activa y Práctica Distribuida

Autores: Henry L. Roediger III & Jeffrey D. Karpicke (2006); John Dunlosky et al. (2013).

Fundamentación: La consolidación de esquemas conceptuales científicos a largo plazo requiere la aplicación de estrategias de aprendizaje respaldadas por la psicología cognitiva empírica. El PRC utiliza de manera integrada la práctica de recuperación activa (*retrieval practice*) de Roediger & Karpicke, que demuestra que forzar al cerebro a evocar el conocimiento mediante cuestionarios formativos es infinitamente más eficaz para la memoria a largo plazo que la relectura pasiva de textos. Asimismo, se aplica la práctica intercalada e intercalación temática (*interleaving*): se entrelazan de forma deliberada problemas de Biología, Física y Química que comparten estructuras lógicas subyacentes, entrenando al estudiante para analizar la naturaleza estructural del problema antes de aplicar una fórmula o un método de resolución de forma automática.

9. Dimensión Afectiva y Epistemología del Aula

Autores: Dr. Mario Quintanilla / Laboratorio GRECIA (2006, 2012, 2014); Francisco Varela (1973).

Fundamentación: El aprendizaje es un proceso encarnado e intrínsecamente emocional. En sintonía con las investigaciones del Dr. Mario Quintanilla y el Laboratorio GRECIA, el PRC asume que las emociones, los silencios, el asombro y la autoeficacia son variables que condicionan el éxito o el fracaso de la alfabetización científica. Para garantizar la viabilidad y estabilidad tecnológica de la plataforma virtual se prescinde de plugins complejos de terceros, implementando en su lugar estrategias afectivo-epistémicas nativas. El programa cultiva sistemáticamente la autoeficacia y la perseverancia epistémica mediante un diseño instruccional que reduce la ansiedad matemática en ciencias, valida las voces diversas del aula virtual, promueve el habla exploratoria y proporciona retroalimentaciones alentadoras basadas en el esfuerzo metacognitivo y no en la mera exactitud algorítmica.

II. ARTICULACIÓN CURRICULAR E INTERNACIONAL

MATRIZ DE ARTICULACIÓN CURRICULAR MULTIDIMENSIONAL		
ESTÁNDARES INTERNACIONALES • PISA 2025: C1, C2, C3 • NGSS: Science & Engineering Practices (SEPs)	CURRÍCULUM NACIONAL • Bases Curriculares MINEDUC • Progreso Espiralado (7.º Básico a 2.º Medio)	EVALUACIÓN PAES • Habilidades de Pensamiento Científico • DEMRE Chile: Ítems de indagación y resolución

1. Conexión con el Marco Científico PISA 2025 (OECD)

El diseño curricular y la evaluación del PRC tributan directamente a las competencias cognitivas evaluadas por la OECD en el marco PISA 2025:

- **Explicar fenómenos científicamente (C1):** El PRC exige que los estudiantes reconstruyan explicaciones causales de los fenómenos naturales utilizando modelos teóricos, y no el simple recuerdo de hechos o clasificaciones mecánicas.
- **Construir y evaluar diseños para la investigación científica e interpretar datos y pruebas de forma crítica (C2):** Se entrena a los estudiantes para evaluar metodológicamente investigaciones de laboratorios virtuales, discriminando el diseño de control, reconociendo fuentes de error de medición y analizando la confiabilidad de la evidencia.
- **Buscar, evaluar y usar información científica para la toma de decisiones y la acción (C3):** A través de tareas guiadas, los estudiantes aprenden técnicas de lectura lateral para detectar sesgos, falacias argumentativas e intereses comerciales o ideológicos en noticias de carácter tecnocientífico, actuando como ciudadanos informados.
- **Fomento de la Identidad Científica:** El programa evalúa de manera formativa e integrada las actitudes y creencias epistémicas de los estudiantes (autoeficacia, interés por la ciencia y valoración del medio ambiente) para monitorizar su disposición al aprendizaje y mitigar la brecha de género en las disciplinas STEM.

2. Prácticas Científicas de los Next Generation Science Standards (NGSS / NRC)

El PRC integra de forma transversal las ocho Prácticas de Ciencia e Ingeniería (SEPs) del Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos, transformando el aula virtual en un espacio de actividad cognitiva activa:

- **Práctica 1 (Plantear preguntas y definir problemas):** Formulación de preguntas investigables empíricamente a partir de fenómenos discrepantes.
- **Práctica 2 (Desarrollar y usar modelos):** Construcción de diagramas, redes de retroalimentación y mapas que representan dinámicas moleculares, físicas o ecológicas.
- **Práctica 3 (Planificar y realizar investigaciones):** Manejo y control de variables experimentales en laboratorios o simulaciones virtuales.
- **Práctica 4 (Analizar e interpretar datos):** Procesamiento estadístico elemental y reconocimiento de tendencias multivariadas.
- **Práctica 5 (Usar pensamiento matemático y computacional):** Modelamiento algebraico elemental de proporciones químicas e interacciones mecánicas.
- **Práctica 7 (Participar en argumentaciones a partir de evidencias):** Uso sistemático del modelo argumentativo de Toulmin.

3. Progresión Espiralada de Objetivos de Aprendizaje (MINEDUC Chile)

El programa cubre de manera exhaustiva las Bases Curriculares nacionales del Ministerio de Educación (MINEDUC) de Chile. El diseño del PRC es espiralado, asumiendo que los grandes conceptos transversales de la ciencia (Materia, Fuerza, Energía, Sistemas de la Vida) cambian y escalan en complejidad, abstracción y modelación matemática desde 7.º Básico a 2.º Medio:

PROGRESIÓN DE COMPLEJIDAD ESPIRALADA EN EL PRC

2.º Medio [Abstracción Máxima]	Cinemática vectorial, retroalimentación hormonal compleja, unidades cuantitativas de disoluciones.
1.º Medio [Modelación]	Estequiometría de Lavoisier, espectro electromagnético, selección darwiniana con pruebas biológicas.
8.º Básico [Sistémico]	Homeostasis celular, naturaleza ondulatoria física de luz/sonido, modelos atómicos y enlaces.
7.º Básico [Fenoménico]	Leyes empíricas de gases, fuerzas mecánicas cualitativas, respuesta inmune celular.

Demostración del "Puente PAES" y Deconstrucción de Ideas Alternativas

ESTRATEGIA EVALUATIVA

La Prueba de Acceso a la Educación Superior (PAES) de Ciencias en Chile no evalúa el recuerdo directo de definiciones memorísticas, sino la capacidad del postulante para aplicar habilidades de pensamiento científico frente a contextos experimentales novedosos. El PRC prepara transversal e implícitamente a los alumnos para esta alta exigencia mediante la desestabilización y superación de ideas alternativas. Cuando un estudiante supera de raíz una preconcepción conceptual intuitiva (por ejemplo, creer que la ósmosis es impulsada de forma consciente por el "deseo" de la célula de hidratarse, o que la inercia es una fuerza activa que empuja los cuerpos hacia adelante), adquiere un dominio profundo de la teoría física o biológica que le permite sortear con extrema facilidad los distractores capciosos de la prueba.

III. ESTRUCTURA MODULAR Y PROGRESIÓN DEL CONOCIMIENTO

El itinerario formativo del PRC en el aula virtual se organiza de forma lineal, progresiva y secuencial para asegurar que el conocimiento se construya *in crescendo* sin generar lagunas conceptuales. Para garantizar la viabilidad tecnológica en cualquier sistema de gestión de aprendizaje (LMS) asincrónico neuro-asistido, cada módulo o unidad de aprendizaje se estructura en **cinco fases restrictivas** configuradas con herramientas nativas del aula virtual:

RUTA METODOLÓGICA DEL TRÁNSITO MODULAR (PRC)

FASE 0: AUDITORÍA

Cuestionario KPSI Nativo de Detección de Ideas Previas y Desestabilización Socrática.

FASE 1: ACTIVACIÓN

Contenidos Nuevos, Carga Cognitiva Dosificada (Sweller) y Ejemplos Resueltos (Worked Examples).

FASE 2: MODELACIÓN

Tránsito Semiótico (Duval), Modelos Provisionales (Giere) y Traducción Multi-Registro.

FASE 3: LABORATORIO

Laboratorio Virtual de Indagación, Control de Variables y Análisis de Datos (Wenning & Lawson).

FASE 4: CERTIFICACIÓN

Evaluación Formativa Final con Feedback por Distractor y Encuesta Metacognitiva de Confianza.

Fase 0: Auditoría del Pensamiento (Elicitación e Ideas Previas):

Objetivo: Diagnosticar de manera cualitativa el grado de dominio auto-percibido por el estudiante y hacer surgir las preconcepciones o ideas alternativas del sentido común.

Mecanismo: Se implementa un cuestionario nativo del aula virtual inspirado en la encuesta KPSI (*Knowledge Practice Science Instrument*). El cuestionario presenta situaciones experimentales problemáticas y desafiantes. La retroalimentación inicial no califica numéricamente la respuesta, sino que expone de manera socrática e interactiva las contradicciones del modelo intuitivo del estudiante, induciendo una desestabilización cognitiva. Su finalización es prerequisite restrictivo obligatorio para desbloquear la Fase 1.

Fase 1: Activación Conceptual y Andamiaje Instruccional:

Objetivo: Introducir los nuevos esquemas teóricos y procedimentales dosificando la carga sobre la memoria de trabajo.

Mecanismo: Despliegue de micro-lecturas conceptuales diseñadas bajo la teoría de Sweller. Se combinan textos cortos enriquecidos con diagramas estáticos simples y Ejemplos Resueltos Paso a Paso (*Worked Examples*) que modelan explícitamente el recorrido analítico de un experto en ciencias. El sistema del aula virtual bloquea las barras de avance rápido, asegurando que el estudiante consuma el recurso con la atención focalizada requerida.

Fase 2: Profundización, Modelización y Tránsito Semiótico:

Objetivo: Ejercitar el razonamiento abstracto y la modelización representacional mediante el tránsito entre registros de Duval.

Mecanismo: Se presentan tareas interactivas que exigen que el alumno traduzca un mismo concepto científico entre la descripción cualitativa verbal, el plano cartesiano gráfico y la formalización matemática (Ecuación). El estudiante no memoriza fórmulas; aprende a interpretar y deducir el significado físico y biológico de las variables presentes.

Fase 3: Laboratorio Virtual de Indagación:

Objetivo: Desarrollar destrezas procedimentales de aislamiento y control de variables mediante simulaciones y experimentación virtual guiada.

Mecanismo: Integración de laboratorios virtuales y simulaciones interactivas alineadas con los objetivos disciplinares. Los estudiantes realizan experiencias prácticas adaptadas a la modalidad virtual para aislar variables, registrar mediciones en

tablas y graficar tendencias de forma guiada, promoviendo el razonamiento lógico-formal de manera empírica, adaptado a las condiciones de conectividad disponibles.

Fase 4: Evaluación Final, Retroalimentación por Opción y Cierre Metacognitivo:

Objetivo: Consolidar los conceptos mediante el efecto test, evaluar de manera formativa e inmediata el logro, y registrar la autoevaluación final.

Mecanismo: Cuestionario final acumulativo y sumativo nativo del aula virtual. Para asegurar que este paso actúe como un verdadero motor de retroalimentación activa, cada una de las opciones incorrectas (distractores) de cada pregunta contiene una retroalimentación específica adaptada. Es decir, si el estudiante selecciona el distractor "A", la retroalimentación inmediata del aula virtual le detalla cuál es la preconcepción o sesgo de razonamiento que lo condujo a esa respuesta incorrecta y le indica la sección específica de la Fase 1 que debe revisar. Al finalizar, el estudiante completa una encuesta metacognitiva nativa (actividad "Feedback" del aula virtual) para calificar cualitativamente su nivel de confianza y competencia tras el recorrido de aprendizaje de la unidad.

IV. CONTENIDO POR CURSOS (7.º BÁSICO A 2.º MEDIO)

El PRC organiza su contenido curricular integrando sistemáticamente los Objetivos de Aprendizaje (OA) del MINEDUC con el desarrollo implícito de competencias de razonamiento formal necesarias para superar la PAES de Ciencias:

CURSO 7.º BÁSICO: "DINÁMICA DE LA MATERIA, LAS FUERZAS Y LA ENERGÍA"

EJE DISCIPLINAR & CONTENIDOS	IDEA ALTERNATIVA A DECONSTRUIR	TRANSFERENCIA PAES & HABILIDADES COMPLEJAS
QUÍMICA OA 15 Leyes de los Gases Ideales: Teoría cinético-molecular; variables de estado (P, V, T, n); leyes empíricas (Boyle, Charles, Gay-Lussac, Avogadro) y ley combinada.	«El gas no posee masa ni peso real; al enfriarse un gas, los átomos individuales disminuyen su tamaño físico y colapsan».	Tránsito semiótico de Duval: Conversión del comportamiento del gas desde gráficos cartesianos (isotermas e isobaras) a la ecuación funcional, deduciendo relaciones de proporcionalidad directa e inversa.
FÍSICA OA 12 Presión y Fluidos Terrestres: Fuerza y presión; presión hidrostática y atmosférica; principio de Pascal; tectónica de placas, sismicidad y vulcanismo en Chile.	«La presión hidrostática se transmite únicamente en dirección vertical hacia abajo por la gravedad; la presión depende de la forma del recipiente y no de la profundidad».	Diseño experimental de Wenning con control de variables: Aislar la variable profundidad para evaluar su impacto en la presión, manteniendo constantes densidad y diámetro.
BIOLOGÍA OA 1 Inmunología y Vacunas: Microorganismos patógenos (virus, bacterias, hongos); barreras de defensa primarias, secundarias y terciarias; respuesta inmune adaptativa y vacunas.	«Las vacunas curan de inmediato enfermedades activas; los antibióticos sirven para eliminar patógenos virales como la influenza».	Explicación científica basada en evidencias (Toulmin): Uso de tablas estadísticas de tasas de infección históricas para fundamentar la garantía biológica de la inmunización adquirida.

CURSO 8.º BÁSICO: "LA ARQUITECTURA ATÓMICA Y EL SISTEMA CELULAR DE LA VIDA"

EJE DISCIPLINAR & CONTENIDOS	IDEA ALTERNATIVA A DECONSTRUIR	TRANSFERENCIA PAES & HABILIDADES COMPLEJAS
BIOLOGÍA OA 1, 2, 3 Teoría Celular y Homeostasis: Postulados celulares; organelos eucariotas; transporte de membrana (ósmosis, difusión, activo); integración de sistemas nutricionales.	«La célula es una entidad pasiva y estática (ladrillo inerte); el agua entra a la célula 'para saciar su sed' mediante procesos conscientes».	Análisis sistémico de Donella Meadows: Modelación de la homeostasis osmótica celular con bucles de balance (-), prediciendo cambios volumétricos en medios hipotónicos e hipertónicos.
FÍSICA OA 11 Fenómenos Ondulatorios: Propiedades mecánicas de ondas; naturaleza y velocidad del sonido; naturaleza de la luz y espectro EM; reflexión, refracción, difracción e interferencia.	«Las ondas transportan materia física de un punto a otro; la velocidad de propagación depende de la intensidad con la que se emite la perturbación inicial».	Modelos de propagación PAES: Predecir el comportamiento refractivo de un haz monocromático entre medios de distinta densidad óptica, calculando variaciones de longitud de onda y velocidad a frecuencia constante.
QUÍMICA OA 14 Modelos Atómicos y Enlaces: Evolución histórica (Dalton a mecánico-cuántico); números cuánticos y configuración electrónica; enlaces iónico, covalente, metálico y fuerzas intermoleculares.	«Los electrones orbitan en órbitas elípticas rígidas planetarias; los átomos deciden enlazarse voluntariamente para 'sentirse cómodos y estables'».	Demarcación epistemológica de Popper: Examinar las limitaciones empíricas que refutaron y superaron cada modelo atómico, reconociendo el rol de las anomalías experimentales.

CURSO 1.º MEDIO: "EVOLUCIÓN, ENERGÍA ECOSISTÉMICA Y EQUILIBRIO ESTEQUIOMÉTRICO"

EJE DISCIPLINAR & CONTENIDOS	IDEA ALTERNATIVA A DECONSTRUIR	TRANSFERENCIA PAES & HABILIDADES COMPLEJAS
BIOLOGÍA OA 2, 5 Evolución y Ecosistemas: Evidencias evolutivas (fósil, anatómica, molecular); selección natural Darwin-Wallace; flujo de materia y energía en redes tróficas y ciclos biogeoquímicos.	«La evolución es el cambio físico voluntario e inmediato que experimenta un individuo a lo largo de su vida para adaptarse a una necesidad (Lamarquismo)».	Argumentación de Toulmin y deconstrucción de falacias: Refutar el lamarquismo demostrando que la selección natural actúa sobre la variabilidad genética preexistente en poblaciones.
FÍSICA OA 10 Óptica y Sismología: Espejos y lentes; formación de imágenes; el ojo humano y anomalías de refracción; ondas sísmicas (P, S, Love, Rayleigh) y dinámica de la Tierra.	«La luz emana de los ojos del observador para iluminar los objetos; los lentes correctores eliminan mágicamente las anomalías físicas del ojo».	Interpretación cartesiana (Duval): Analizar gráficas de velocidad de ondas sísmicas vs. profundidad para deducir propiedades mecánicas y estados físicos de manto y núcleo terrestre.
QUÍMICA OA 19 Reacciones y Estequiometría: Cambios físicos vs. químicos; conservación de masa (Lavoisier); balance estequiométrico; mol y masa molar; reactivo limitante y rendimiento.	«En una combustión la masa desaparece por completo; los coeficientes de una ecuación corresponden directamente a la relación en gramos de reactivos».	Razonamiento proporcional de Anton Lawson: Modelamiento cuantitativo para determinar reactivo limitante y rendimiento, discriminando distractores de cálculo del DEMRE.

CURSO 2.º MEDIO: "REGULACIÓN ORGÁNICA, LEYES DE MOVIMIENTO Y DISOLUCIONES"

EJE DISCIPLINAR & CONTENIDOS	IDEA ALTERNATIVA A DECONSTRUIR	TRANSFERENCIA PAES & HABILIDADES COMPLEJAS
BIOLOGÍA OA 5, 7 Regulación, Ciclo Celular y Genética: Sistemas nervioso y endocrino; potencial de acción; retroalimentación hormonal; mitosis y meiosis; leyes de Mendel y dihibridismo.	«La regulación endocrina mantiene las variables fisiológicas fijas sin oscilaciones; la meiosis produce variabilidad celular idéntica a la mitosis».	Modelación sistémica de Meadows: Diagramar bucles de retroalimentación negativa en la regulación de glucosa (insulina/glucagón), analizando retardos temporales y diabetes.
FÍSICA OA 9 Cinemática Vectorial y Leyes de Newton: Vectores; MRU y MRUA; diagramas de cuerpo libre (DCL); tres leyes de Newton; conservación del ímpetu mecánico.	«Si un cuerpo experimenta movimiento en una dirección, obligatoriamente existe una fuerza activa empujando en ese mismo sentido (Incomprensión de Inercia)».	Transposición semiótica Duval: Conversión entre trayectorias físicas reales, diagramas DCL vectoriales y gráficas de posición, velocidad y aceleración vs. tiempo.
QUÍMICA OA 16 Disoluciones y Propiedades Coligativas: Solute y disolvente; factores de solubilidad; unidades físicas (%m/m, %m/v, %v/v) y químicas (M, m, X); propiedades coligativas.	«La solubilidad es independiente de la temperatura; la concentración molar y la porcentual representan la misma escala exacta de proporción de soluto».	Razonamiento proporcional: Calcular los efectos de la concentración molar en el aumento de la presión osmótica de electrolitos y deducir sus consecuencias fisiológicas celulares.

V. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA Y METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Para garantizar un funcionamiento libre de fallas técnicas y fricciones de usabilidad en entornos asincrónicos, el PRC se desentiende de arquitecturas rígidas que requieran conectividad en tiempo real o complementos inestables del aula virtual. Su diseño instruccional se optimiza para operar bajo las siguientes directrices operacionales:

1. Cursos Autoinstruccionales con Andamiaje Cognitivo Adaptativo

El programa está estructurado para que el estudiante sea el agente de su propio proceso de aprendizaje. No se requiere la intervención síncrona obligatoria del docente para el avance conceptual. La mediación neurocognitiva se ha incorporado directamente en la estructura de la plataforma mediante la implementación de:

- **Rutas de Aprendizaje Dinámicas (Lecciones Ramificadas):** El estudiante avanza respondiendo preguntas de control conceptual. Si comete un error, la plataforma lo redirige automáticamente a una rama de andamiaje con una explicación sutil adaptada, un contraejemplo fenomenológico o una simulación conceptual, devolviéndolo al flujo principal solo cuando demuestra el dominio del concepto.
- **Ejemplos Resueltos Paso a Paso (Worked Examples):** Para cada tipología de problemas biológicos o matemáticos, se presenta la deconstrucción analítica completa del ejercicio. Esto libera memoria de trabajo atencional en el cerebro del estudiante, permitiéndole asimilar el patrón lógico estructural del procedimiento antes de forzarlo a ejercitar por sí mismo de forma autónoma.

2. Ecosistema Metacognitivo en el Aula Virtual de Forma Nativa y Estable

Para preservar con total fidelidad el propósito evaluativo y autorregulador del mecanismo de monitoreo metacognitivo sin correr riesgos de inestabilidad de software por el uso de plugins de terceros, el PRC configura las siguientes herramientas nativas y estables del aula virtual:

- **Cuestionarios de Auditoría y de Cierre con Retroalimentación por Opción (Distractor):** Todos los cuestionarios del programa están parametrizados en el aula virtual para ofrecer retroalimentación inmediata orientada al diagnóstico del obstáculo cognitivo. Cada opción incorrecta explica detalladamente la preconcepción subyacente y remite al estudiante a revisar la cápsula correspondiente.
- **Rúbricas Analíticas de Evaluación Avanzada Nativa:** Para la evaluación de los talleres argumentativos de Toulmin y las guías de laboratorio virtual de la Fase 3, se configuran rúbricas de evaluación nativas dentro de las tareas del aula virtual. Estas matrices visibilizan con precisión matemática el nivel de logro procedimental del estudiante para apoderados y docentes.
- **Autoevaluación Cualitativa Directa con la Actividad "Feedback" Nativa:** Al término de cada unidad, el estudiante responde una encuesta de autorreflexión cuantitativa y cualitativa. Las preguntas evalúan la autoeficacia y confianza percibida del estudiante en los seis grandes ejes de autoevaluación mediante escalas con descriptores de logro estándar de cuatro niveles (*Inicial, En Desarrollo, Logrado, Sobresaliente*). Las respuestas autogeneran un informe nativo inmediato para guiar las mentorías académicas.
- **Marco de Competencias Nativo del Aula Virtual:** Se configura un árbol de competencias utilizando identificadores numéricos y lógicos claros (e.g., CPC_ARG_01, CPC_MOD_02) en el motor nativo del aula virtual. Estas competencias se asocian a las tareas y cuestionarios finales de Fase 4 de modo que, al completarse bajo condiciones de aprobación estricta ($\geq 85\%$), el sistema certifica de forma automática y transparente el logro de la competencia en el perfil virtual del estudiante.

3. Evaluación sin Notas ni Calificaciones: Aprobación por Porcentaje de Logro

Con el fin de resguardar el enfoque puramente formativo del aprendizaje, reducir la ansiedad evaluativa y fomentar la motivación intrínseca (en sintonía con la dimensión afectiva del Laboratorio GRECIA), el PRC prescinde por completo del uso de notas tradicionales o calificaciones numéricas. En su lugar, el avance y la aprobación del programa se gestionan bajo las siguientes directrices:

- **Aprobación por Porcentaje de Logro:** El estudiante progresa a través de las fases demostrando dominio cognitivo. La aprobación de cada unidad se determina estrictamente al alcanzar un porcentaje de logro mínimo de $\geq 85\%$ en los cuestionarios de evaluación de la Fase 4.
- **Retroalimentación Cualitativa Orientada al Logro:** En lugar de una cifra numérica que etiquete el desempeño, la plataforma reporta el progreso mediante descriptores cualitativos de logro estándar de cuatro niveles (*Inicial, En*

Desarrollo, Logrado, Sobresaliente), reorientando el foco atencional del estudiante hacia la superación de sus propios obstáculos epistemológicos y la comprensión profunda de la ciencia.

VI. PERFIL DEL EGRESADO DEL PRC

Al término del Programa de Reforzamiento Curricular (PRC) de Curiosity Kairos, el estudiante habrá consolidado un repertorio de capacidades analíticas, de dominio procedimental y de desempeño lógico-metodológico clasificadas en **cuatro dimensiones del perfil de egreso**:

Dimensión I: Control Metodológico e Indagación Científica Escolar

INDAGACIÓN & MÉTODO

Descriptor I.1: Formula preguntas investigables empíricamente y conjetura hipótesis explicativas de carácter causal que cumplen estrictamente con los criterios popperianos de falsabilidad.

Descriptor I.2: Planifica investigaciones sistemáticas a partir de variables bien definidas, aislando con rigor la variable independiente de la dependiente y manteniendo bajo control metodológico los factores intervinientes de confusión.

Descriptor I.3: Analiza la calidad metodológica de investigaciones ajenas, reconociendo la necesidad de grupos control, identificando sesgos sistemáticos en muestras de datos y diferenciando con claridad la exactitud instrumental de la precisión metrológica en mediciones de laboratorio.

Dimensión II: Modelización Explicativa y Tránsito Semiótico Multi-Registro

MODELOS & SEMIOSIS

Descriptor II.1: Explica el comportamiento del mundo biológico, químico y físico sustituyendo las preconcepciones del sentido común por modelos teóricos explicativos provisionales y perfectibles.

Descriptor II.2: Domina con fluidez el tránsito y la conversión semiótica de Duval. Es capaz de traducir un mismo fenómeno natural (como la dinámica de un fluido, el flujo osmótico celular o el comportamiento de un gas) entre los registros de descripción verbal cualitativa, la formulación matemática algebraica y la representación cartesiana en gráficas de dispersión y curvas.

Descriptor II.3: Interpreta el significado físico real de parámetros abstractos en representaciones visuales de coordenadas cartesianas, deduciendo la naturaleza de un proceso biológico o físico a partir del peritaje de pendientes, interceptos, curvas límites, asíntotas y dispersión de datos.

Dimensión III: Evaluación Crítica de Evidencias y Rigor Argumental

TOULMIN & CRÍTICA

Descriptor III.1: Construye discursos y argumentaciones científicas escolares completas estructuradas de forma rigurosa bajo el Modelo de Stephen Toulmin, integrando de forma explícita datos empíricos, garantías lógico-teóricas, respaldos científicos consolidados, cualificadores de probabilidad y condiciones de excepción o refutación.

Descriptor III.2: Perita la validez de enunciados argumentativos de divulgación, detectando de forma inmediata falacias lógicas, sesgos de confirmación, intereses ideológicos o financieros ocultos en ecosistemas de información masivos mediante la aplicación de técnicas críticas de lectura lateral.

Descriptor III.3: Aplica de forma sistemática los criterios de Bradford Hill para descartar correlaciones espurias o coincidencias estadísticas temporales, exigiendo la demostración de mecanismos físicos o fisiológicos plausibles antes de validar una relación causal.

Descriptor IV.1: Ejerce un monitoreo consciente y activo sobre sus propios procesos de pensamiento (Gobernanza Cognitiva), asumiendo el error conceptual o procedimental como un resorte constructivo y una oportunidad didáctica de reestructuración conceptual.

Descriptor IV.2: Gestiona con resiliencia emocional y madurez la frustración y la incertidumbre que conllevan la resolución de problemas abiertos de indagación científica y el fallo de modelos provisorios de laboratorio.

Descriptor IV.3: Co-construye saberes científicos en espacios de interacción dialógica escolar, valorando y peritando con sentido ético y empático las diversas voces y explicaciones alternativas planteadas por sus compañeros para dar sentido al comportamiento de la naturaleza.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (APA 7.^a EDICIÓN)

- Astolfi, J.-P. (1997). *El «error», un medio para enseñar* (L. M. Villar, Trad.). Díada Editora. (Obra original publicada en 1997: *L'erreur, un outil pour enseigner*).
- Bradford Hill, A. (1965). The environment and disease: Association or causation? *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 58(5), 295–300. <https://doi.org/10.1177/003591576505800503>
- Bruner, J. S. (1976). *The process of education*. Harvard University Press.
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4–58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales* (M. B. Vega, Trad.). Universidad del Valle. (Obra original publicada en 1995: *Sémiosis et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*).
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1–2), 103–131. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Etkina, E., Van Heuvelen, A., White-Brahmia, S., Brookes, D. T., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D., & Warren, A. (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 2(2), Artículo 020103. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.020103>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Giere, R. N. (1988). *Explaining science: A cognitive approach*. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226292038.001.0001>
- Giere, R. N. (1992). Cognitive models of science. En R. N. Giere (Ed.), *Cognitive models of science* (Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol. 15, pp. 3–20). University of Minnesota Press.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29014-0>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. En S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3–27). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_1
- Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11–24. <https://doi.org/10.1002/tea.3660150103>
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer* (D. Wright, Ed.). Chelsea Green Publishing.

- Mercer, N. (2000). *Words and minds: How we use language to think together*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203464984>
- Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC]. (2016). *Bases Curriculares 7° básico a 2° medio: Ciencias Naturales*. Unidad de Currículum y Evaluación.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Open University Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2023). *PISA 2025 science framework*. OECD Publishing. <https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/>
- Popper, K. R. (1959). *The logic of scientific discovery*. Hutchinson & Co. (Obra original publicada en 1934: *Logik der Forschung*).
- Quintanilla-Gatica, M. R. (Ed.). (2014). *Las competencias de pensamiento científico desde las «emociones, sonidos y voces» del aula* (Vol. 8). Editorial Bellaterra.
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17(3), 249–255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- Sardà Jorge, A., & Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405–422. <https://ddd.uab.cat/record/3224>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2010). *Cognitive load theory*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument* (Ed. actualizada). Cambridge University Press. (Obra original publicada en 1958). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511840005>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wenning, C. J. (2005). Levels of inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and student activities. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 2(3), 3–11.
- Wenning, C. J., & Vieyra, R. E. (2015). *Teaching high school physics: Inquiry and reasoning* (Vols. 1–2). CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Wineburg, S., & McGrew, S. (2019). Lateral reading and the nature of expertise: Reading less and learning more when evaluating digital information. *Teachers College Record*, 121(11), 1–40. <https://doi.org/10.1177/016146811912101102>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>