



Curiosity Kairos

Curiosidad en el tiempo justo

DIRECCIÓN DE DESARROLLO PEDAGÓGICO E
INNOVACIÓN EDETECH

DOCUMENTO TÉCNICO CURRICULAR

VERSIÓN: 1.001

Fecha de Emisión: 1 de junio de 2026

Marco Integrado de Competencias de Pensamiento Científico (CPC)

ECOSISTEMA EDUCATIVO CURIOSITY KAIROS

El **Marco de Competencias de Pensamiento Científico (CPC)** constituye el modelo pedagógico y evaluativo de la plataforma interactiva *Curiosity Kairos*, orientado a la enseñanza, el aprendizaje activo y la evaluación de las ciencias experimentales desde el segundo ciclo de Educación Básica hasta la Educación Media.

Este modelo fundamenta el perfil de egreso científico integrando directrices internacionales del **Marco Científico PISA 2025 (OECD)**, las **Competencias Específicas de Ciencias (LOMLOE)**, las prácticas empíricas de los **Next Generation Science Standards (NGSS)** y los enfoques epistemológicos y socioemocionales del **Laboratorio Grecia**. Su propósito central es facilitar la transición desde un modelo tradicional memorístico hacia una alfabetización científica multidimensional, articulando armónicamente la indagación metodológica, la modelización teórica, la argumentación sustentada en pruebas empíricas, la agencia sociocientífica y la autorregulación metacognitiva continua.

Marco de Competencias de Pensamiento Científico

DOM INDAGACION

I. Indagación y Prácticas
Experimentales

DOM EXPLICACION

II. Explicación y
Modelización

DOM EVIDENCIA

III. Evaluación de
Evidencia

DOM AGENCIA

IV. Agencia y
Metacognición

Dimensión orientada a evaluar y desarrollar habilidades procedimentales e investigativas en el laboratorio y en terreno. Comprende el ciclo completo de la investigación científica: problematización de fenómenos mediante preguntas investigables, formulación de hipótesis contrastables, diseño metodológico con control riguroso de variables, ejecución experimental sistemática, recolección de datos empíricos y manejo seguro de instrumental analógico y digital.

1. Formulación de Preguntas e Hipótesis*Delimitación de fenómenos y predicciones causales***2. Diseño y Evaluación Metodológica***Control de variables, protocolos y validez interna***3. Recolección y Registro de Evidencia***Metrología rigurosa, bitácoras y trazabilidad de datos*

Competencia 1.1: Formulación de Preguntas e Hipótesis

Capacidad para traducir la observación de fenómenos naturales o tecnológicos en preguntas científicamente investigables y formular hipótesis contrastables basadas en modelos teóricos previos.

1.1.1 Identificación de problemas científicamente investigables

Definición Operacional: Capacidad para delimitar un fenómeno del entorno natural o tecnológico, aislando sus componentes esenciales para formular preguntas claras que puedan responderse empíricamente.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Discrimina entre preguntas basadas en opiniones subjetivas y preguntas empíricamente contrastables.
- Delimita con precisión el alcance espacial, temporal y material del fenómeno observado.
- Formula preguntas que establecen una relación explícita entre al menos dos variables observables o medibles.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Pregunta Guía: «¿Qué datos o mediciones directas necesitas recolectar para responder a tu pregunta? Si ninguna herramienta actual puede registrarlo, ¿cómo podrías acotar su alcance?».

Estrategia Pedagógica: Implementar matrices de operacionalización de preguntas categorizando variables, medibilidad y factibilidad en el aula.

1.1.2 Formulación de hipótesis y predicciones contrastables

Definición Operacional: Capacidad para proponer explicaciones tentativas y predicciones lógicas fundamentadas en modelos teóricos, estableciendo relaciones de dependencia entre los factores del fenómeno estudiado.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Propone hipótesis explicativas que vinculan un mecanismo causal plausible con el fenómeno estudiado.
- Deduce predicciones lógicas bajo estructuras condicionales explícitas (*Si... entonces... dado que...*).
- Garantiza la falsabilidad del enunciado frente a potenciales pruebas empíricas.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Monitoreo del Razonamiento: Solicitar al estudiante identificar con anticipación qué resultado experimental específico obligaría a descartar su hipótesis, ejercitando el principio de refutabilidad.

Competencia 1.2: Diseño y Evaluación Metodológica

Capacidad para estructurar, deconstruir o evaluar procedimientos experimentales y simulaciones, identificando con rigor variables, instrumentos y medidas de seguridad.

1.2.1 Aislamiento y control de variables

Definición Operacional: Capacidad para clasificar y operacionalizar variables dentro de una investigación, distinguiendo con precisión la variable independiente, la dependiente y las variables de control.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Identifica la variable independiente y define sus niveles de manipulación o tratamiento.
- Define la variable dependiente en términos de magnitudes cuantificables o categorías reproducibles.
- Reconoce y neutraliza factores intervinientes estableciendo variables de control estrictas.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Técnica de Auditoría: Presentar configuraciones experimentales donde varíen dos factores al mismo tiempo y preguntar: «¿Cómo sabemos a cuál de las dos causas corresponde el cambio observado?».

1.2.2 Planificación de procedimientos experimentales

Definición Operacional: Capacidad para secuenciar los pasos técnicos de un experimento, seleccionando el uso adecuado de materiales, herramientas de medición y normas de bioseguridad.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Diseña protocolos reproducibles secuenciados lógicamente paso a paso.
- Selecciona reactivos, materiales y sensores adecuados al rango de sensibilidad requerido.
- Incorpora réplicas suficientes y protocolos formales de gestión de residuos y bioseguridad.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Evaluación de Pares: Proponer que otro equipo intente ejecutar el experimento basándose exclusivamente en el protocolo escrito, identificando pasos ambiguos u omitidos.

1.2.3 Evaluación de la validez metodológica

Definición Operacional: Capacidad para deconstruir y auditar el diseño de un experimento propio o ajeno, detectando fallas en la configuración, falta de grupos de control o errores en la recolección de datos.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Identifica la carencia de controles negativos o positivos en un montaje experimental.
- Detecta fuentes de sesgo en el muestreo y fallas en la representatividad de la muestra.
- Propone optimizaciones metodológicas para fortalecer la validez interna y externa de la prueba.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Pregunta de Reflexión: «¿Qué variables extrañas pudieron infiltrarse en este experimento y cómo podemos rediseñar el control para neutralizarlas?».

Competencia 1.3: Recolección y Registro de Evidencia

Capacidad para ejecutar experimentos, realizar mediciones de magnitudes con precisión y registrar datos sistemáticamente minimizando el error experimental.

1.3.1 Uso riguroso de instrumental y técnicas de medición

Definición Operacional: Capacidad para seleccionar y manipular de forma adecuada instrumentos analógicos o digitales de laboratorio, ejecutando mediciones precisas y respetando las unidades del Sistema Internacional.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Calibra, tara y ajusta instrumentos antes de iniciar el proceso de toma de datos.
- Registra mediciones respetando la apreciación instrumental, cifras significativas e incertidumbre.
- Aplica con exactitud las unidades estandarizadas del Sistema Internacional (SI).

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Análisis de Incertidumbre: Guiar al estudiante a reflexionar sobre la diferencia entre exactitud y precisión, comprendiendo los límites físicos de todo instrumento de medición.

1.3.2 Registro sistemático de datos empíricos

Definición Operacional: Capacidad para organizar la información obtenida en una indagación dentro de bitácoras, matrices u hojas de cálculo, minimizando el error experimental.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Construye tablas y matrices estructuradas con rotulación clara y declaración de márgenes de error.
- Distingue con nitidez entre datos crudos no manipulados y datos derivados o calculados.
- Mantiene la trazabilidad y la integridad de las anotaciones en bitácoras científicas de laboratorio.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Regla Pedagógica: Promover el valor epistémico de nunca borrar ni tachar datos atípicos; registrar siempre el contexto y la posible causa de la anomalía al margen.

Dimensión centrada en la reconstrucción teórica y la modelización conceptual. Evalúa la aptitud para interpretar, predecir y fundamentar procesos biológicos, químicos y físicos articulando leyes y teorías científicas de forma lógica. Promueve la superación de ideas preconcebidas y explicaciones intuitivas mediante la modelización abstracta, el tránsito multimodal entre registros de representación, el análisis de redes causales multivariadas y la comprensión del alcance delimitado de las teorías.

1. Aplicación de Teorías y Modelos

Fundamentación mecanística y alcance de los modelos



2. Representación Epistémica Múltiple

Traducción fluida: Gráfico ↔ Simbólico ↔ Discursivo



3. Análisis de Redes Causales

Dinámica de sistemas, multicausalidad y feedback loops

Competencia 2.1: Aplicación de Teorías y Modelos

Capacidad para explicar y predecir fenómenos utilizando de forma articulada leyes, teorías y modelos científicos consolidados, reconociendo su carácter dinámico.

2.1.1 Explicación teórica de fenómenos naturales

Definición Operacional: Capacidad para dar razones lógicas de un proceso biológico, químico o físico integrando conceptos abstractos consolidados, evitando explicaciones intuitivas o del sentido común.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Supera explicaciones antropomórficas o teleológicas mediante mecanismos explicativos de causa-efecto.
- Conecta observaciones macroscópicas con interacciones moleculares, biofísicas o dinámicas de sistemas.
- Utiliza vocabulario científico formal y modelos teóricos de forma pertinente.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Intervención Pedagógica: Detectar expresiones finalistas («las células hacen esto para lograr aquello») y guiar la reescritura hacia la causalidad mecánica que rige el proceso.

2.1.2 Predicción de cambios en sistemas naturales

Definición Operacional: Capacidad para anticipar el comportamiento o la evolución de un sistema ante la alteración deliberada o accidental de sus condiciones iniciales.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Deduce trayectorias de cambio en equilibrios físicos o biológicos al variar parámetros del entorno.
- Aplica principios de conservación de masa, carga y energía para predecir estados finales.
- Anticipa respuestas sistémicas y compensatorias en mecanismos homeostáticos o dinámicos.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Simulación Mental: Solicitar que antes de ejecutar un cambio experimental o de simulación, el estudiante anote su predicción razonada y el principio físico que la sostiene.

2.1.3 Evaluación de las limitaciones y alcance de los modelos

Definición Operacional: Capacidad para reconocer que los modelos y teorías son representaciones parciales de la realidad, identificando sus falencias, supuestos subyacentes y las condiciones bajo las cuales pierden validez o requieren ajustes.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Explicita los supuestos simplificadores que sostienen a un modelo científico particular.
- Explica por qué un modelo deja de ser predictivo cuando se superan ciertas condiciones límite.
- Valora el carácter provisional, dinámico y perfectible del conocimiento científico.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Pregunta Epistemológica: «¿Qué aspectos de la complejidad del fenómeno real tuvo que ignorar este modelo para simplificar los cálculos y dónde fallaría por esa razón?».

Competencia 2.2: Representación Epistémica Múltiple

Capacidad para desarrollar, utilizar y transitar con fluidez entre diferentes representaciones de un mismo fenómeno.

2.2.1 Construcción y modelación abstracta de procesos

Definición Operacional: Capacidad para diseñar, construir y poner a prueba esquemas, analogías o simulaciones que permitan interpretar dinámicas celulares, moleculares o macroscópicas complejas que no son directamente observables.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Diseña diagramas esquemáticos y modelos visuales funcionales que capturan la estructura del sistema.
- Establece correspondencias análogas coherentes entre los componentes del modelo y el fenómeno natural.
- Ajusta el modelo conceptual cuando los nuevos datos contradicen su estructura gráfica o analógica.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Crítica de Analogías: Analizar siempre la frontera analógica: «¿En qué punto esta analogía deja de ser equivalente al fenómeno real y puede inducir a error?».

2.2.2 Transposición fluida entre registros de representación

Definición Operacional: Capacidad para traducir la información de un fenómeno transitando bidireccionalmente entre el lenguaje verbal, el simbólico-matemático y el gráfico.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Transforma descripciones cualitativas en ecuaciones o expresiones matemáticas coherentes.
- Representa relaciones cuantitativas funcionales en curvas de coordenadas cartesianas correctamente rotuladas.
- Decodifica el significado físico o biológico de pendientes, asíntotas e interceptos en representaciones gráficas.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Tríada Semiótica de Duval: Ejercitar actividades de tres columnas paralelas: [Expresión Verbal] ↔ [Fórmula Matemática] ↔ [Gráfica de Tendencia].

Competencia 2.3: Análisis de Redes Causales

Capacidad para identificar causas, efectos, bucles de retroalimentación y variables intervinientes en sistemas complejos.

2.3.1 Identificación de relaciones multicausales y retroalimentación

Definición Operacional: Capacidad para deconstruir sistemas complejos identificando que un efecto puede deberse a múltiples causas concurrentes, analizando cómo las salidas del sistema alteran sus propias entradas.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Elabora diagramas de flujo y bucles de influencia reconociendo relaciones de causa-efecto no lineales.
- Diferencia con claridad entre bucles de retroalimentación positiva (amplificadores) y negativa (estabilizadores).
- Identifica efectos secundarios imprevistos y propiedades emergentes en sistemas interconectados.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Pensamiento Sistémico: Guiar al estudiante a descubrir los desfases temporales (*time delays*) entre una causa y sus consecuencias en sistemas ecológicos o fisiológicos.

Dimensión focalizada en el peritaje epistemológico y crítico de la información científica. Comprende el análisis e interpretación cualitativa y cuantitativa de patrones en datos y modelos estadísticos, la construcción de argumentos basados en pruebas mediante el Modelo de Toulmin, la deconstrucción de falacias discursivas y el dominio de destrezas de alfabetización informacional digital para verificar la confiabilidad de fuentes y contrarrestar la pseudociencia y la infodemia.

1. Interpretación de Datos y Estadísticas

Patrones numéricos, dispersión y causalidad/correlación



2. Argumentación Científica Crítica

Estructura Toulmin: Afirmación + Datos + Garantía + Respaldo



3. Alfabetización Informacional Digital

Revisión por pares, rastreo de origen y DOI

Competencia 3.1: Interpretación de Datos y Estadísticas

Capacidad para transformar datos crudos en información útil mediante la descodificación cualitativa y cuantitativa.

3.1.1 Análisis e interpretación de evidencia cualitativa

Definición Operacional: Capacidad para observar, categorizar y extraer patrones lógicos a partir de datos no numéricos (morfología, descripciones de campo, registros visuales), asignándoles un significado científico riguroso.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Codifica y categoriza observaciones visuales o descriptivas mediante rúbricas o claves dicotómicas.
- Identifica patrones recurrentes o cambios morfológicos y ecológicos a partir de registros cualitativos.
- Sintetiza la evidencia visual transformándola en proposiciones descriptivas científicamente válidas.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Triangulación: Incentivar la complementación de registros visuales y morfológicos con mediciones cuantitativas complementarias para evitar subjetividades.

3.1.2 Descodificación de patrones cuantitativos y probabilísticos

Definición Operacional: Capacidad para leer tendencias (lineales, exponenciales, umbrales) en gráficas o tablas complejas, determinando si la evidencia es estadísticamente suficiente para emitir un veredicto científico.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Interpreta gráficos bidimensionales distinguiendo fases de latencia, crecimiento y saturación.
- Evalúa la variabilidad estadística analizando la dispersión, desviación estándar y barras de error.
- Determina si las diferencias entre tratamientos son estadísticamente concluyentes o atribuibles al azar.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Lectura Crítica: Entrenar la observación de escalas y orígenes en los ejes cartesianos para detectar representaciones gráficas sesgadas o truncadas.

3.1.3 Diferenciación epistemológica entre correlación y causalidad

Definición Operacional: Capacidad para discriminar situaciones en las que dos variables varían conjuntamente de aquellas en las que existe un mecanismo real de acción-reacción demostrable, evitando saltos lógicos prematuros.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Identifica variables de confusión ocultas que explican la coincidencia estadística entre dos factores no vinculados causalmente.
- Argumenta la necesidad de mecanismos fisiológicos, químicos o físicos comprobados antes de declarar causalidad.
- Cuestiona inferencias causales apresuradas derivadas exclusivamente de asociaciones estadísticas.

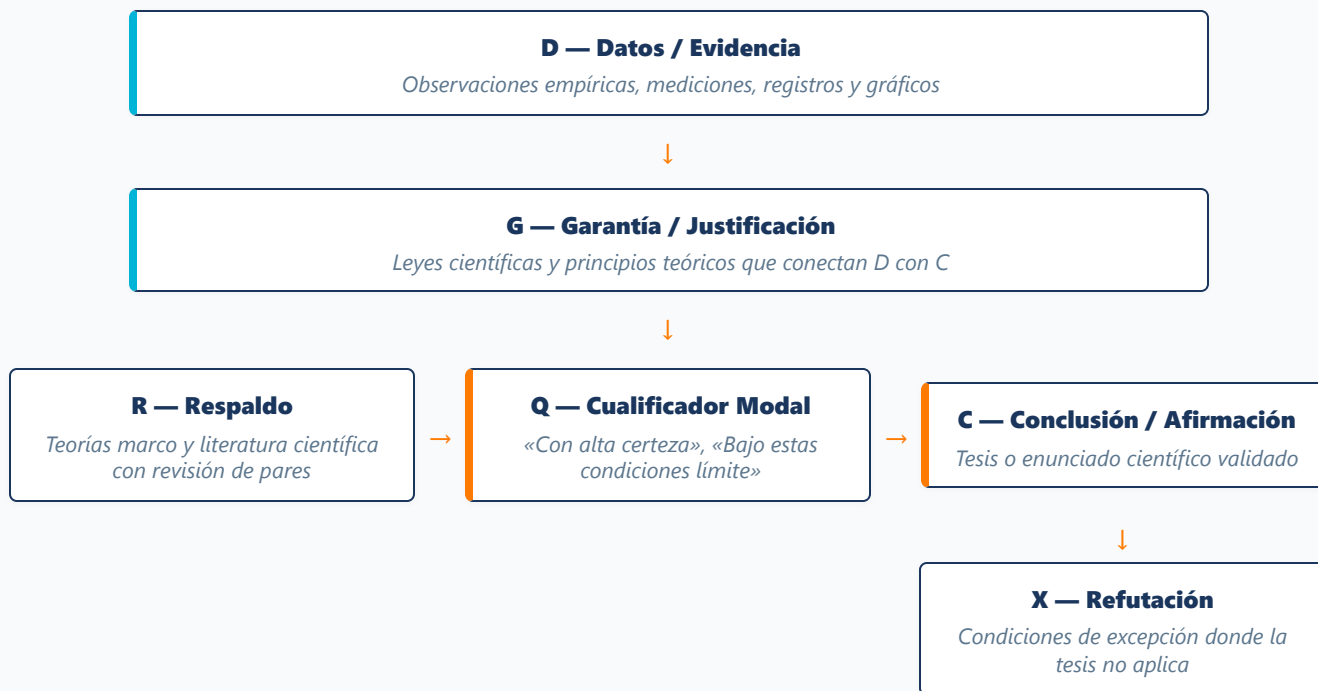
ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Criterios de Bradford Hill: Proponer preguntas orientadoras: «¿Existe una secuencia temporal coherente y un mecanismo físico demostrado que explique por qué A genera B?».

Competencia 3.2: Argumentación Científica Crítica

Capacidad para construir y defender afirmaciones justificadas en pruebas empíricas, detectando falacias o sesgos mediante estructuras argumentativas formales.

ARQUITECTURA ARGUMENTATIVA EPISTÉMICA (MODELO DE TOULMIN INTEGRADO AL PHPC)



3.2.1 Construcción de argumentos base (Modelo de Toulmin I)

Definición Operacional: Capacidad para redactar justificaciones estructuradas conectando una Afirmación clara con Datos empíricos a través de una Garantía lógica (leyes o principios).

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Formula una conclusión declarativa precisa y sustentable directamente en datos recolectados.
- Aporta datos empíricos relevantes y suficientes como evidencia de respaldo.
- Articula una garantía teórica que explicita por qué esos datos específicos validan la afirmación.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Estructura de Andamiaje: Emplear plantillas de argumentación: «Afirmo que [Tesis], fundamentado en que los datos demuestran [Evidencia], dado que según la ley/principio de [Garantía]...».

3.2.2 Integración de respaldos, cualificadores y refutaciones (Modelo de Toulmin II)

Definición Operacional: Capacidad para dotar de madurez al argumento integrando Respaldos teóricos, reconociendo el grado de certeza y declarando las condiciones de excepción bajo las cuales la afirmación no se cumpliría.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Sustenta las garantías con respaldos derivados de teorías consolidadas o literatura científica de referencia.
- Modula el alcance de la conclusión empleando cualificadores modales de probabilidad y certeza.
- Formula refutaciones reconociendo explícitamente las condiciones de excepción donde su tesis no aplica.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Pensamiento Crítico: Valorar la honestidad intelectual: evaluar positivamente la capacidad de explicitar los límites y excepciones de la propia postura científica.

3.2.3 Detección de sesgos y pseudociencia

Definición Operacional: Capacidad para examinar críticamente discursos o textos, identificando el "cherry-picking", falacias lógicas o afirmaciones que simulan ser ciencia pero carecen de rigor metodológico.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Detecta falacias argumentativas clásicas (ad ignorantiam, apelación a la autoridad, causa falsa).
- Identifica el sesgo de confirmación y la selección tendenciosa de datos en discursos y artículos.
- Aplica criterios de demarcación científica: contrastabilidad, reproducibilidad y ausencia de contradicción lógica.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Laboratorio de Falacias: Analizar anuncios publicitarios o afirmaciones virales identificando las falacias formales empleadas para persuadir al público.

Competencia 3.3: Alfabetización Informacional Digital

Capacidad para verificar la fiabilidad, validez y procedencia de información científica en entornos web.

3.3.1 Evaluación de la autoridad y fiabilidad de fuentes

Definición Operacional: Capacidad para juzgar la validez científica de un documento rastreando la reputación institucional de los autores y el soporte de entidades académicas o gubernamentales.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Identifica la filiación institucional, trayectoria académica y posibles conflictos de interés de los autores.
- Discrimina entre revistas científicas arbitradas por pares (peer-reviewed) y medios de difusión sin filtro editorial.
- Evalúa la vigencia, exhaustividad y rigor bibliográfico de una publicación digital.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Técnica de Lectura Lateral: Enseñar a no evaluar un sitio web únicamente por su apariencia, sino abriendo pestañas paralelas para verificar qué dicen organismos científicos sobre esa entidad.

3.3.2 Triangulación de la información y rastreo de origen

Definición Operacional: Capacidad para contrastar una afirmación cruzando información entre múltiples fuentes independientes, logrando llegar a los datos primarios (papers, bases de datos) que originaron la noticia.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Rastrea la procedencia de una afirmación mediática hasta el artículo primario original indexado (DOI).
- Contrasta el resumen y los datos del estudio original con los titulares divulgativos de prensa.
- Triangula la evidencia científica consultando múltiples bases de datos académicas independientes.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Rastreo Epistémico: Desafiar a los estudiantes a encontrar la investigación original detrás de afirmaciones virales sensacionalistas.

Dimensión transdisciplinar orientada a transferir el saber científico al plano ético, ciudadano, territorial y reflexivo. Regula la capacidad para actuar frente a dilemas de Ciencia, Tecnología y Sociedad (enfoque CTS) en contextos locales, formular planes fundamentados de sostenibilidad y salud comunitaria, e institucionalizar procesos de metacognición activa, autorregulación afectiva y diálogo deliberativo en el aula.

1. Agencia y Compromiso Ético CTS

Bioética, sociopolítica y acción ambiental territorial



2. Metacognición y Voces del Aula

Autorregulación, análisis del error y diálogo social

Competencia 4.1: Agencia y Compromiso Ético CTS

Capacidad para evaluar el impacto del desarrollo tecnocientífico, adoptando decisiones informadas y sostenibles.

4.1.1 Análisis histórico y sociopolítico de la ciencia

Definición Operacional: Capacidad para comprender que el conocimiento científico responde a condiciones económicas, políticas y culturales de su época, impulsando o limitando el desarrollo tecnocientífico.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Explica cómo los contextos históricos y las fuentes de financiamiento orientan las prioridades de investigación.
- Reconoce la ciencia como una construcción colectiva, histórica, no neutra y en continua transformación.
- Visibiliza el rol histórico y contemporáneo de mujeres y grupos tradicionalmente marginados en la ciencia.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Análisis Crítico: Guiar discusiones sobre controversias sociohistóricas donde el progreso científico estuvo condicionado por tensiones éticas o políticas de su época.

4.1.2 Evaluación de dilemas bioéticos y de salud pública

Definición Operacional: Capacidad para ponderar los beneficios y riesgos de intervenciones tecnocientíficas considerando principios de equidad y bienestar humano.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Identifica tensiones éticas en aplicaciones de biotecnología, inteligencia artificial y medicina genómica.
- Pondera riesgos e impactos socioambientales considerando principios de justicia distributiva y precaución.
- Sustenta posturas éticas estructuradas que armonizan el desarrollo tecnológico con la dignidad humana.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Juegos de Roles Deliberativos: Asignar roles con diferentes intereses comunitarios y sanitarios para debatir la aprobación o regulación de una tecnología emergente.

4.1.3 Toma de decisiones fundamentadas y agencia ambiental local

Definición Operacional: Capacidad para proponer conductas de mitigación o planes de sostenibilidad frente a problemas medioambientales de su entorno, justificando su accionar con evidencia empírica.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Diagnostica problemáticas socioambientales de su comunidad basándose en indicadores biológicos y fisicoquímicos.
- Diseña propuestas viables de mitigación, conservación o remediación ambiental basadas en evidencia.
- Ejerce ciudadanía científica activa mediante iniciativas de divulgación y acción territorial.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Compromiso Territorial: Vincular las unidades didácticas a problemas socioambientales reales de la cuenca hidrográfica o entorno comunal de los estudiantes.

Competencia 4.2: Metacognición y Voces del Aula

Capacidad para autorregular el aprendizaje, reconocer el impacto de las emociones y co-construir saberes desde la diversidad.

4.2.1 Monitoreo cognitivo y análisis del error científico

Definición Operacional: Capacidad para examinar el propio proceso de pensamiento, identificando el origen de los errores conceptuales o fallas metodológicas para corregirlos de manera autónoma.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Identifica discrepancias entre las expectativas teóricas iniciales y los resultados empíricos obtenidos.
- Analiza la causa raíz del error (fallo de calibración, sesgo conceptual o imprecisión procedimental).
- Reorienta autónomamente la estrategia de indagación como resultado del análisis del error.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Pedagogía del Error Positivo: Transformar el error experimental en un objeto pedagógico de discusión analítica y no en una instancia punitiva.

4.2.2 Transferencia y regulación de estrategias de aprendizaje

Definición Operacional: Capacidad para evaluar qué estrategias de diseño experimental o estudio fueron exitosas y adaptarlas deliberadamente para enfrentar problemas científicos nuevos.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Reconoce analogías estructurales y procedimentales entre problemas científicos aparentemente distintos.
- Selecciona y aplica conscientemente heurísticas y métodos aprendidos en contextos previos.
- Evalúa la efectividad de las herramientas conceptuales y metodológicas empleadas.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Pregunta Puente: «¿Qué habilidad o procedimiento que aprendiste en un laboratorio anterior te ayuda a resolver este nuevo desafío?».

4.2.3 Autoconsciencia emocional y perseverancia epistémica

Definición Operacional: Capacidad para registrar, visibilizar y gestionar emociones (frustración, asombro, seguridad) durante la indagación, utilizándolas como motor para mantener el esfuerzo en tareas difíciles.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Nombra y monitoriza sus respuestas emocionales frente al error empírico o la ambigüedad conceptual.
- Desarrolla tolerancia a la frustración y perseverancia ante tareas indagatorias complejas.
- Comunica asertivamente sus estados afectivos durante el trabajo colaborativo de laboratorio.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Instrumentos de Visibilización Emocional: Utilizar herramientas y organizadores visuales al inicio y al cierre de las experiencias científicas para verbalizar el estado anímico y motivacional del grupo.

4.2.4 Co-construcción dialógica y valoración de la diversidad

Definición Operacional: Capacidad para participar en controversias sociocientíficas integrando colaborativamente las interpretaciones de sus pares, modificando ideas previas al confrontarlas con la evidencia del grupo.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO E INDICADORES DE LOGRO:

- Escucha activamente y evalúa con respeto los argumentos y puntos de vista divergentes de sus pares.
- Muestra flexibilidad epistémica adaptando o rectificando sus posturas al ser confrontado con evidencia sólida.
- Co-construye consensos fundamentados enriquecidos por las distintas perspectivas del colectivo.

ORIENTACIONES METACOGNITIVAS Y MEDIACIÓN

Normas de Conversación Epistémica: Fomentar protocolos de diálogo donde cada intervención deba reconocer primero un aporte del argumento anterior antes de introducir una contrapropuesta fundamentada.

Referencias Bibliográficas

- Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. Teachers College Press.
- 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*).
- Bureau International des Poids et Mesures. (2008). *Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement* (JCGM 100:2008). Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM/WG1). <https://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/wg1/gum>
- 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>
- España. Jefatura del Estado. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). *Boletín Oficial del Estado*, (340), 122868–122953. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- España. Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, (76), 41571–41789. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>
- 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. (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>
- Hill, A. B. (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>
- 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>
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Open University Press.

- National Research Council. (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. (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.
- Reynolds, K. A., Aldrich, C. E. A., Bookbinder, A., Gallo, A., von Davier, M., & Kennedy, A. (Eds.). (2024). *TIMSS 2023 encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://timss2023.org/encyclopedia>
- Sagan, C. (1996). *The demon-haunted world: Science as a candle in the dark*. Ballantine Books.
- 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>
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument* (Ed. actualizada). Cambridge University Press. (Obra original publicada en 1958). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511840005>
- 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>