

Revisión

Epistemología de la metacognición, de la observación sensible a la construcción del conocimiento en morfología

Germán Isauro Garrido Fariña^{1*}, Verónica María López Pérez².

1. Laboratorio de apoyo a histología y biología (LAHB). Departamento de Ciencias morfológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, Col. San Sebastián Xhala, CP. 54714, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
2. Maestría en Docencia para la Educación Media Superior. Campo de conocimiento: Química. UNAM.

***Autor de Correspondencia:**

Dr. Germán Isauro Garrido Fariña

@ isaurogafa@yahoo.com.mx

5528622517

RESUMEN

Se analiza cómo la metacognición puede transformar la observación histológica de una descripción pasiva en una comprensión conceptual y funcional del tejido vivo. Se propone emplear un análisis epistemológico y ontológico comparativo, integrando el modelo de dos niveles con la perspectiva de la imaginación razonada. Se redefine la histología como una disciplina interpretativa y hermenéutica, para superar la brecha representacional que existe entre las imágenes bidimensionales estáticas y las construidas mediante el razonamiento simbólico imaginativo integrado mediante una dialéctica funcional. La metacognición actúa como un puente crítico que permite al observador reconstruir dinámicas tridimensionales complejas, evitando sesgos cognitivos mediante la vigilancia epistémica activa y la fundamentación de estrategias didácticas universitarias innovadoras basadas en el razonamiento simbólico imaginativo para transitar con éxito del “ver” físico al comprender al ente biológico-sistémico.

Palabras clave: epistemología, metacognición, imaginación razonada, razonamiento simbólico, estrategia didáctica.

ABSTRACT

This article analyzes how metacognition can transform histological observation from a passive description into a conceptual and functional understanding of living tissue. It proposes a comparative epistemological and ontological analysis, integrating the two-level model with the perspective of

reasoned imagination. Histology is redefined as an interpretive and hermeneutic discipline to overcome the representational gap between static, two-dimensional images and those constructed through imaginative symbolic reasoning integrated by a functional dialectic. Metacognition acts as a critical bridge, allowing the observer to reconstruct complex three-dimensional dynamics, avoiding cognitive biases through active epistemic vigilance and the development of innovative university teaching strategies based on imaginative symbolic reasoning. These strategies aim to successfully transition from physical "seeing" to understanding the biological-systemic entity.

Keywords: epistemology, metacognition, reasoned imagination, symbolic reasoning, teaching strategy.

INTRODUCCIÓN

"Cognitive strategies are invoked to make cognitive progress, metacognitive strategies to monitor it"
John Flavell, 1979.

Desde una perspectiva epistemológica, la histología no es simplemente una descripción anatómica de las estructuras microscópicas, sino una disciplina interpretativa basada en el reconocimiento de patrones y la integración de niveles de organización (**Garrido-Fariña, 2024b**). En este contexto, la metacognición "entendida como el conocimiento y control que el observador ejerce sobre sus propios procesos cognitivos" (**Flavell, 1979**) puede ser empleada como el puente crítico entre percepción visual y el juicio, ya sea, descriptivo, clínico o lúdico. El enfoque permite observar cómo la teoría de la metacognición puede ser una herramienta para ayudar a sustentar cada afirmación epistemológica creada para el conocimiento en histología. John H. Flavell (1971-1979): El "padre" del término, Metacognición, estudió la metamemoria en niños, estableciendo que la metacognición incluye el conocimiento de tres variables: de la persona, la tarea y la estrategia. La aplicación y estudio del proceso metacognitivo en ciencias morfológicas no se debe pensar solo como un concepto psicológico, sino un desplazamiento epistémico: el paso del estudio del "objeto conocido" (la célula) al estudio del "sujeto que conoce cómo conoce" (planificación, monitoreo y evaluación) en la enseñanza académica (**Brown, 1987**). Analizaremos cómo el pensamiento metacognitivo transforma el acto de "ver" un tejido, no solo en observarlo, sino en el acto de "comprender" alguna de sus funciones biológicas, bajo el marco teórico de la histología como ciencia teórica apoyada por el razonamiento simbólico imaginativo, de lo real no visible a simple vista (**Garrido-Fariña et al., 2020; Garrido-Fariña, 2023**).

Dimensiones de la metacognición en la historia

A. Dimensión ontológica: ¿Qué es la metacognición?

Desde la ontología, la metacognición ha pasado de ser considerada una "facultad del alma" (introspección) a ser entendida como una propiedad emergente del sistema cognitivo (**Flavell, 1979**). El "Ser" como espectador (Pre-metacognición): antes de la década de 1970, el sujeto era visto como un procesador de información. La ontología del conocimiento era lineal: Estímulo → Procesamiento → Respuesta (Nelson y Narens, **1990**). El Ser como monitor (Emergencia): Con el nacimiento del concepto, el "Ser" se divide. Existe un Nivel-Objeto (la tarea que realizo, ej. mirar una célula) y un Meta-Nivel (el pensamiento que observa ese proceso). Ontológicamente, la metacognición es la existencia de una estructura reflexiva que permite al sujeto desdoblarse para supervisarse a sí mismo. Nelson y Narens (**1990**) crearon un marco experimental más sólido, definieron el Monitoreo (flujo bottom-up) y el Control (flujo top-down).

B. Dimensión epistémica: ¿Cómo se valida?

Epistemológicamente, la historia de la metacognición es la historia de la validación de la subjetividad. De la introspección al rigor: se pasó de la "introspección" clásica (criticada por ser poco científica) a la medición de la "exactitud del monitoreo " (Schraw & Dennison, 1994). Desde el punto de vista del constructivismo, la metacognición valida el conocimiento no como una copia de la realidad, sino como una construcción en la que el sujeto debe validarla internamente antes de darla por cierta (Schraw & Dennison, 1994). Schraw y Dennison (1994), llevan la teoría a la práctica evaluativa moderna mediante la Evaluación de la Conciencia Metacognitiva (ECM), separando el conocimiento de la regulación de la cognición.

Síntesis epistemológica

Desde la perspectiva de la epistemología de la histología (Garrido-Fariña, 2023), se han proporcionado las bases para que el histólogo no caiga en el "automatismo" y desde el punto de vista de la historia de la metacognición podemos aprender que el experto no es quien tiene mejor visión o perspectiva microscópica, sino quien tiene mejor monitoreo de su propio juicio visual. Desde una perspectiva epistemológica, la histología no es simplemente la descripción anatómica o morfológica de las estructuras microscópicas y sus relaciones, sino una disciplina interpretativa basada en el reconocimiento de patrones y la integración de niveles de organización cada vez más complejos (Garrido-Fariña, 2022). De esta forma la metacognición se debe entender como el reconocimiento del conocimiento teórico y control que el observador ejerce sobre sus propios procesos cognitivos durante la actividad práctica (Flavell, 1979), así se construye un puente indispensable de varias vías, que al mismo tiempo ejerce un proceso crítico entre la percepción visual del individuo, la correlación con el conocimiento teórico y su aplicación en la resolución del ejercicio clínico, diagnóstico o en la creación de las preguntas de investigación.

El salto de la imagen al concepto

El origen de la metacognición en histología reside en la necesidad de superar la "brecha representacional". Al observar una laminilla, el estudiante o patólogo no interactúa con un órgano real, sino con una abstracción: un corte bidimensional, al cual se le tiñe para tener una coloración artificial y que es la representación fija de un momento en el tiempo. Como señalan Pawlina y Ross (2020), "la capacidad de interpretar estas muestras requiere que el observador trascienda la morfología estática para visualizar procesos dinámicos, así como morfológicos y hasta poder llegar a la explicación multiómica". Epistemológicamente, el proceso comienza con el monitoreo cognitivo de la percepción propia, eventualmente, el experto es consciente de que lo que observa está dentro del rango de normalidad o de un artefacto técnico. Según Schraw y Dennison (1994), esta autoconciencia permite que el cerebro active procesos heurísticos de compensación para reconstruir mentalmente la tridimensionalidad ausente dentro una dinámica vital propia del órgano del cual proviene la muestra y finalmente como derivó hacia la enfermedad. Por lo tanto, la metacognición aquí no es una adición académica, sino una necesidad ontológica para validar la veracidad de la observación microscópica. Este paso es fundamental, pues postula que la histología no es una ciencia de "cosas", sino de "conceptos construidos" a partir de estímulos visuales mediados y evidenciados por la técnica (Garrido-Fariña, 2023), y en conjunto la herramienta epistémica: la preparación histológica deja de ser un objeto material para ser una herramienta de conocimiento (Garrido-Fariña et al., 2020).

Implicaciones: el rol del sujeto cognoscente

La explicación y aplicación de la metacognición en el proceso cognitivo de la histología puede tener implicaciones profundas en el desarrollo del pensamiento científico y la ética profesional (Medina et al., 2017), aplicando tres pasos generales:

Autorregulación del sesgo: el observador con conciencia metacognitiva identifica sus propios sesgos de confirmación, ejecutando lo que Bachelard denomina “valorización epistemológica” (Bachelard, 2000), por ejemplo, buscar una patología específica e ignorar hallazgos adyacentes. El proceso de cuestionamiento es constante para delimitar y ponderar, si la interpretación está limitada por la tinción, fijación, estadio fisiológico o patologías subyacentes, dentro de un margen delimitado de escenarios posibles con sus incertidumbres razonablemente resueltas (Garrido-Fariña, 2024a).

- 1) Validación del método: implica una reflexión constante sobre la técnica (origen desde la historia clínica, obtención fijación, inclusión, tinción). El morfológico o histólogo no pregunta nada más “¿qué es esto?”, sino “¿por qué se ve así bajo esta técnica o en estas condiciones?”.
- 2) Transversalidad curricular: la metacognición nos permite que el conocimiento histológico no sea un “compartimento hermético”, porque al ser de los pocos procesos que permiten observar una realidad proveniente y representativa del paciente, el ejercicio metacognitivo integra las áreas que son significativas y necesarias a través de la reflexión sobre la extensión y los límites del propio conocimiento (Gartner & Hiatt, 2020).

Aplicaciones: hacia una didáctica de la complejidad

Las aplicaciones prácticas de la metacognición se han centrado en la resolución de problemas complejos, por lo que son adecuadas para ser aplicadas al diagnóstico diferencial. El uso de estas estrategias metacognitivas permite evaluar la coherencia entre los datos experimentales y los modelos teóricos preexistentes.

- Diagnóstico diferencial: el uso de “protocolos de pensamiento en voz alta” donde el especialista describe su proceso de razonamiento, permitiendo identificar errores en la jerarquización de criterios morfológicos.
- Microscopía virtual: herramientas que exigen al usuario tomar decisiones sobre el aumento y la iluminación, obligándolo a planificar su estrategia de exploración (estrategia metacognitiva) antes de emitir un juicio definitivo (Pawlina & Ross, 2020).
- Investigación en biología celular: la capacidad de evaluar la coherencia entre los datos experimentales y los modelos teóricos preexistentes, ajustando la hipótesis en función de la autocritica de los resultados observados.

De esta forma el ejercicio de la metacognición provoca que algunos paradigmas que surgen durante la observación histológica puedan provocar una transición de la observación puramente técnica a la observación reflexiva del alumno, investigador o clínico, mediante la integración de algunas dimensiones filosóficas, metafísica, epistemológica, ética, estética, lógica y ontológica. Dentro de la revisión técnica, en donde se califica grosor del corte, cantidad de los colorantes y balance de la tinción, entre otros, por sí misma ya es un proceso metacognitivo que siempre cuestiona, para prever y evitar modificaciones observables que pudieran modificar el juicio del observador, este ejercicio crítico-técnico, en la mayoría de las ocasiones mecánico e inconsciente, permite que el observador final tenga la certeza de que su rango de ponderación es pequeño y que las variaciones que puedan presentarse por la técnica sean mínimas.

Análisis epistémico de la diferencia, del proceso cognitivo al metacognitivo en histología

Desde la epistemología de la ciencia, la observación mecánica se relaciona con el positivismo lógico, donde se asume que el “dato” o en este caso “lo que se ve”, habla por sí solo. En contraste, la observación metacognitiva se alinea con la teoría de la carga teórica de la observación visual según Norwood Russell Hanson (Antola, 2024): lo que el histólogo ve depende de lo que sabe y de cómo

monitorea ese conocimiento durante el acto de observar. En el plano ontológico, la observación mecánica trata a la célula como una cosa real y conocida (ente), mientras que la visión metacognitiva la trata como un suceso (evento biológico), reconociendo que la preparación histológica es una representación de la realidad fenoménica representativa del paciente y no solo la esencia biológica misma, como célula, tejido u órgano (Garrido-Fariña, 2025). Proponemos una integración a partir de la propuesta central: la histología no es una ciencia puramente morfológica, sino una ciencia teórica e interpretativa (Garrido-Fariña, 2024b). De esta forma el histólogo no “ve” células, sino que “construye conceptos” a partir de estímulos visuales que son posible gracias a la técnica histológica. Para la integración del pensamiento de la epistemología de la histología (Garrido-Fariña, 2023) y el proceso metacognitivo nos puede ayudar la integración conjunta de algunos paradigmas de la observación histológica mecánica y la observación desde un punto de vista metacognitivo. La epistemología de la histología propuesta por Garrido-Fariña (2020) refuerza la necesidad de la metacognición al postular que la histología es una disciplina de niveles de integración, de esta forma, podemos enmendar uno de los errores epistemológicos más comunes, reducir la histología a una “anatomía microscópica” de mera descripción y memorización sin contexto. Desde esta óptica, la metacognición actúa como la herramienta que permite al alumno y al investigador reconocer los obstáculos epistemológicos, en términos de Bachelard “el coeficiente de realidad” (Bachelard, 2000), que surgen durante la observación. El observador no debe simplemente identificar una célula, sino realizar un ejercicio de vigilancia epistemológica: siempre cuestionar si su interpretación está limitada por la técnica de tinción o por una visión reduccionista que separa la forma de la función. La metacognición, se convierte en el motor de la síntesis dialéctica: el paso de la observación de la estructura (morfológica) a la comprensión de la organización vital (biología celular y tisular) (Flavell, 1979). Esta síntesis entre la metacognición propuesta por de Flavell y la epistemología de la histología (Garrido-Fariña, 2023), nos permite redefinir a la histología como una hermenéutica del tejido vivo. El binomio docente-dicente debe conceptualizar al histólogo no solo como “identificador de estructuras”, sino que reconoce que la morfolología es un lenguaje conceptual y que el acto de observar es, en esencia, un acto de construcción de conocimiento donde el sujeto cognoscente y la unidad tisular se integran en una dialéctica funcional indisoluble, ejerciendo la capacidad adquirida de ejecutar una vigilancia epistémica constante. La metacognición en histología es la facultad que permite transitar de la morfolología descriptiva a la morfolología explicativa. Al entender cómo conocemos lo que vemos, blindamos el saber histológico contra la interpretación mecánica, elevándolo a una praxis intelectual donde el observador es tan analizado como el objeto observado.

El Modelo de integración aplicado al diagnóstico histopatológico

El modelo de imaginación razonada (Garrido-Fariña, 2025) permite al histólogo convertir la “preparación histológica” (objeto material) en una “herramienta epistémica” (objeto epistémico). Esto se conecta con la metamemoria, el Meta-Nivel de Nelson y Narens (1990), donde el patólogo no solo observa, sino que evalúa la calidad de su propia “visualización imaginaria” frente a la evidencia que le permite observar a través del microscopio para evitar errores diagnósticos. Si profundizamos en el concepto de razonamiento simbólico imaginativo para ser aplicado al diseño de estrategias didácticas para la enseñanza de la asignatura de biología del desarrollo e histología veterinaria impartida en la UNAM México, encontraremos adecuaciones interesantes. El Razonamiento simbólico imaginativo (RSI), propuesto por Garrido-Fariña (2020), postula que la histología no es una ciencia de “cosas” que se ven, sino de conceptos que se construyen a través de la imaginación para dotar de sentido al estímulo visual. Aplicar este concepto al diseño de estrategias didácticas en la asignatura de Biología del Desarrollo e Histología Veterinaria de la UNAM implica transitar de una enseñanza descriptiva a una enseñanza

comprensiva y de modelaje epistémico. La cúspide de la aplicación de esta teoría la podemos aplicar en el diagnóstico, donde se funde el modelo de Metamemoria de Nelson y Narens con la Imaginación Razonada de Garrido-Fariña.

Integración de los modelos en el diagnóstico histopatológico

Entre el Nivel-Objeto y el Meta-nivel (Nelson & Narens 1990) se encuentra la construcción del estímulo visual, también es en esta instancia donde ocurre la tarea técnica: la observación de la laminilla bajo el microscopio, dando por sentado que el proceso técnico es el apropiado y estandarizado. En histología son los datos crudos, tinción equilibrada, arquitectura tisular en una orientación correcta y las características particulares del tejido). El Nivel-objeto es el plano de la percepción sensorial pura, su principal limitación es que, si el observador se queda solo en este nivel, su observación o diagnóstico será puramente mecánico y propenso al error por artefactos provocados por la obtención, la técnica e incluso percepciones personales. En la **Tabla 1** se resume las etapas para la integración del Nivel-Objeto en su proceso epistémico.

Etapa del diagnóstico	Componente cognitivo	Proceso epistémico
Exploración inicial	Nivel-Objeto	Percepción de datos crudos (arquitectura, tinción).
Generación de hipótesis	Flujo de monitoreo/Imaginación razonada	Transformación de la imagen en un proceso biológico dinámico.
Juicio crítico	Meta-Nivel/Vigilancia epistémica	El sujeto cuestiona sus sesgos y la calidad de la técnica.
Decisión	Flujo de control/Validación teórica	Cierre del caso cuando la imagen y la razón coinciden sin fisuras.

Tabla 1. Propuesta de un modelo metacognitivo.

CONCLUSIÓN.

La metacognición aplicada en histología es la facultad que nos permite transitar de la morfología descriptiva a la explicativa, transformando la observación mecánica en praxis intelectual autoconsciente. Sintetizando el control cognitivo de Flavell con la epistemología de la histología de Garrido-Fariña, la disciplina se redefine como una hermenéutica del tejido vivo que obliga al histólogo a trascender el realismo ingenuo mediante una vigilancia epistemológica constante. En este horizonte, el razonamiento simbólico imaginativo operará como un puente epistémico indispensable para transitar del nivel-objeto (los datos físicos en el cristal) y el meta-nivel (la abstracción teórica), permitiendo así que la metamemoria y la imaginación razonada den sentido al diagnóstico morfolopatológico. De esta forma, el observador no realiza una lectura pasiva, decodifica las formas bidimensionales, para crear un modelado tridimensional y complejo de la dinámica biológica, agregando posteriormente la patogénesis, extensión y severidad en un tiempo y espacio definidos. Esta dialéctica funcional permite que el diagnóstico microanatómico no solo surge de la simple inspección ocular, sino de una sofisticada arquitectura mental donde el ver y el saber se funden para otorgar verdad y significado a la complejidad de la vida.

REFERENCIAS

- Antola Segovia, N. (2024). Papel de la observación y las preconcepciones teóricas en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Científica y Académica*, 4(2), 862–870. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i2.263>
- Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico* (23.ª ed.). Siglo XXI Editores.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. En F. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65–116). Lawrence Erlbaum Associates.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911.
- Gagné, R. M. (1987). *Las condiciones del aprendizaje* (R. Elizondo Mata, Trad.; 4.ª ed.). Interamericana.
- Garrido-Fariña, G. I. (2022). Niveles y redes de complejidad como aproximación al estudio de la epistemología de las ciencias biológicas. *Elementos*, (127), 3–8.
- Garrido-Fariña, G. I. (2023). *Epistemología de la histología: Una aproximación ontológica y epistémica*. Editorial Académica Española.
- Garrido-Fariña, G. I. (2024a). La hematoxilina, de la sustancia a eje epistémico de las ciencias biológicas. *Revista Panamericana de Morfología*, 2(8).
- Garrido-Fariña, G. I. (2024b). La raíz alquímica que comparten las ciencias biológicas e histología. *Revista Panamericana de Morfología*, 2(5), 22–24.
- Garrido-Fariña, G. I., García Tovar, C. G., Soto Zárate, C. I., Oliver González, R., & Rodríguez-Salazar, L. M. (2020). Epistemología de la imaginación y el razonamiento simbólico imaginativo en histología y microtecnia. *Latin-American Journal of Science Education*, 7, 22006.
- Garrido-Fariña, G. I. (2025). La construcción de la imaginación razonada en Platón, Hegel y Kuhn, para ejemplificar el progreso de los niveles de complejidad en ciencias biológicas. *Rev Panam Morf.* 3(11), 34-41.
- Gartner, L. P., & Hiatt, J. L. (2020). *Texto de histología: Atlas a color* (5.ª ed.). Elsevier Health Sciences.
- Medina, M. S., Castleberry, A. N., & Persky, A. M. (2017). Strategies for improving learner metacognition in health professional education. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 81(4), Article 78. <https://doi.org/10.5688/ajpe81478>
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *The Psychology of Learning and Motivation*, 26, 125–173.
- Pawlina, W., & Ross, M. H. (2020). *Histología: Texto y atlas* (8.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475.

ANEXO

A continuación, se presenta una propuesta de diseño didáctico basada en la integración de los modelos anteriores. En la **Tabla 2** se resume una propuesta didáctica basada en el temario de la asignatura Biología del Desarrollo e Histología Veterinaria de la UNAM.

1. Fundamento epistémico: entender la transformación del objeto material al objeto epistémico y emplearlo como herramienta.

En la FES Cuautitlán o la FMVZ de la UNAM, la preparación histológica debe dejar de ser un fin en sí mismo para convertirse en una herramienta epistémica.

Diseño: el docente no debe pedir "dibuja lo que ves", debe promover en el alumno la capacidad de "modela el proceso biológico que esta imagen representa". El dibujo se convierte en un símbolo del razonamiento y no en una copia artística.

2. Estrategia didáctica: la secuencia para la aplicación de la "Imaginación razonada"

Para fomentar el razonamiento simbólico imaginativo (**RSI**), la secuencia didáctica iniciará con una fase de identificación de conocimientos previos o prerrequisitos propuesta por Gagné (1987) y después seguirá las fases de monitoreo y control del modelo propuesto por Nelson y Narens.

Fase A: fase de identificación de conocimientos previos.

Actividad: identificar los conceptos centrales de los objetivos del tema particular, evocación de la memoria de largo plazo mediante imágenes y correlaciones macroscópicas.

Acción metacognitiva: analizar y enlistar las entidades que se deberán adquirir para integrar los conocimientos básicos previos que se deberán incluir en el conocimiento nuevo.

Fase B: tránsito del Nivel-Objeto a la imagen simbólica (monitoreo)

Actividad: entrenamiento con material didáctico físico (preparaciones permanentes), uso de atlas digitales y colecciones digitalizadas (como las de los proyectos PAPIME de la UNAM).

Acción metacognitiva: el alumno identifica una estructura (ej. somita en desarrollo) y debe justificar por qué su mente la clasifica así, reconociendo posibles artefactos de técnica. Esto activa el monitoreo cognitivo al validar la "calidad" de la entrada sensorial, por dos vías, la técnica y la teórica.

Fase C: Construcción de un modelo de redes de complejidad (**MRC**) dentro del **RSI**.

Actividad: diseño de casos clínicos Integrativos en formato electrónico.

Acción didáctica: se le presenta al alumno una laminilla de algún órgano sano de cualquier animal doméstico, frente a uno con una patología aparente. El alumno usará el **RSI** o imaginación razonada para proyectar cómo la alteración puede iniciar durante el desarrollo embrionario (Biología del Desarrollo) y en estadios subsecuentes de mayor complejidad (Organografía) que provoquen la morfología observada. No se describirá solo la forma, se explicará de forma detallada el devenir del tejido hacia la enfermedad y las discrepancias con el ejemplo sano.

3. Aplicación práctica: evaluación metacognitiva

El diseño curricular en la UNAM sugiere el uso de herramientas que fomenten la participación consciente.

Instrumento: portafolio de evidencias reflexivo.

Objetivo: el estudiante documenta su cambio de paradigma: desde su "idea previa" (ver células como entes estáticos) hasta la construcción del "concepto teórico" (entender el tejido como una unidad funcional insoluble y en relación).

La aplicación en la Biología del Desarrollo e Histología Veterinaria de la UNAM (FES- Cuautitlán/FMVZ) propone un cambio de paradigma:

Autorregulación del sesgo: El alumno identifica "sesgos de confirmación" y practica la "vigilancia epistemológica".

Validación del método: Reflexión constante sobre la técnica: ¿Por qué se ve así bajo esta tinción? o ¿Por qué se modifican las estructuras de un órgano con cierto proceso patológico?

Transversalidad curricular: el conocimiento histológico se integra con: anatomía, biología celular, fisiología, inmunología y patología, superando los "compartimentos cerrados", de una descripción solo de la forma.

Microscopía virtual: herramientas que obligan a planificar la estrategia de exploración (aumento, iluminación) antes del juicio.

4. Instrumento didáctico: portafolio de evidencias reflexivo.

Objetivo: el estudiante documenta constantemente su cambio de paradigma: desde las concepciones previas, su "idea previa" (ver células como entes estáticos) hasta la construcción mediante un **RSI** del concepto teórico de la clase (entender el tejido como una unidad funcional indisoluble y en relación constante).