



El razonamiento del profesorado de Biología sobre el obstáculo epistemológico teleológico

The Reasoning of Biology Teachers about the Teleological Epistemological Obstacle

Eduardo Ravanal Moreno

Facultad de Educación, Universidad Santo Tomás, Chile
luisravanal@santotomas.cl

Camila Díaz Ramírez

Facultad de Educación, Universidad Alberto Hurtado, Chile
camilaandread@gmail.com

Leonardo González Galli

Consejo Nacional de Investigación Científica y Técnicas (CONICET). Buenos Aires. Argentina. Instituto de investigaciones CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Argentina
leomgalli@gmail.com

RESUMEN • El razonamiento pedagógico es fundamental para desarrollar prácticas de enseñanza informadas, pero su pleno potencial se ve limitado por la reflexión convencional que habitualmente se promueve, limitando la capacidad del profesorado para explicar los motivos detrás de su práctica. En ese contexto, se diseñó un estudio cuantitativo con el objetivo de caracterizar el razonamiento pedagógico de 32 profesores de Biología en servicio ante una situación hipotética de clase que, implícitamente, da cuenta de un obstáculo epistemológico teleológico sobre evolución, a partir del cual los participantes perciben, predicen y justifican. Los hallazgos revelan que los profesores noveles son más propensos a identificar un obstáculo epistemológico, mientras que la capacidad para justificar las predicciones es un aspecto desafiante tanto para profesores noveles como experimentados.

PALABRAS CLAVE: Razonamiento pedagógico; Obstáculo epistemológico; Teleología; Evolución; Educación secundaria.

ABSTRACT • Pedagogical reasoning is crucial for developing informed teaching practices, yet its full potential is constrained by the conventional reflection which is typically promoted. This constrains the teachers' ability to articulate the reasons behind their practice. In this context, a quantitative study was designed to characterize the pedagogical reasoning of 32 in-service Biology teachers who face a hypothetical classroom situation that implicitly addresses a teleological epistemological obstacle concerning evolution, through which participants perceive, predict, and justify predictions. Findings reveal that novice teachers are more likely to identify an epistemological obstacle, while the ability to justify predictions is a challenging aspect for both novice and experienced teachers.

KEYWORDS: Pedagogical reasoning; Epistemological obstacle; Teleology; Evolution; Secondary education.

Recepción: septiembre 2023 • Aceptación: abril 2024 • Publicación: junio 2024

Ravanal Moreno, E., Díaz Ramírez, C. y González Galli, L. (2024). El razonamiento del profesorado de Biología sobre el obstáculo epistemológico teleológico *Enseñanza de las Ciencias*, 42(2), 131-151.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6052>

INTRODUCCIÓN

El profesorado de ciencias se enfrenta diariamente a una enseñanza incierta y multifacética (Alonzo et al., 2019) que exige flexibilidad profesional para coordinar las complejas interacciones del aula y la permanente toma de decisiones (Kam Ho Chan et al., 2021). El excesivo trabajo que tienen las y los profesores en Chile (OECD, 2020) no favorece la reflexión sobre la docencia. Esto a menudo limita la capacidad de evaluar lo que está debajo de lo que se sabe y se es capaz de hacer (Loughran, 2019). En consecuencia, los docentes tienden a buscar actividades que *funcionen* en sus aulas (Appleton, 2002), lo que puede llevar a una falta de razonamiento fundamentado sobre sus prácticas de enseñanza y acentuar su alienación profesional (Álvarez, 2013). Por esa razón es necesario explorar al profesorado más allá de las experiencias que logra significar producto de sus procesos reflexivos e indagar cómo avanzar hacia planos de pensamiento de mayor complejidad.

En Chile se ha enfatizado que la reflexión docente sistemática y permanente es fundamental para la formación y el desarrollo del profesorado (Ministerio de Educación MINEDUC, 2021). Las políticas públicas chilenas y los estudios sobre el efecto positivo de la reflexión docente en la formación y el desarrollo de los profesores la han posicionado como una herramienta de profesionalización (Galaz et al., 2011) profundamente conectada y comprometida con el aprendizaje docente (Black y Plowright, 2010), la generación de conocimiento profesional y la mejora de las prácticas de enseñanza (Marathe y Sen, 2021). No obstante, es importante destacar que esta reflexión no ocurre espontáneamente por la observación o recuperación de las experiencias (Mena et al., 2017), sino por las formas de pensar y dar sentido a dichas experiencias (Van Velzen, 2015).

Es crucial reconocer que el conocimiento profesional orienta y facilita la planificación e implementación de la enseñanza. Por lo tanto, nos planteamos las siguientes preguntas: ¿cómo utiliza el profesorado el conocimiento profesional para pensar(se) la enseñanza y el aprendizaje de un tópico específico de Biología? y ¿hasta qué punto la reflexión docente, como herramienta de profesionalización, contribuye a la construcción de prácticas de enseñanza fundamentadas y comprensibles? En ese marco, es razonable pensar en una herramienta de profesionalización que focalice y promueva la construcción de argumentos como producto de la actividad cognitiva docente y el uso deliberado del conocimiento profesional. Compartimos la idea de que el profesorado no solo debe aprender con más y mejores reflexiones sobre lo que se hace en la enseñanza, sino que también debe aprender a justificar lo que se decide hacer en ella, para dar cuenta del porqué de su práctica (Loughran, 2019), es decir, de su razonamiento pedagógico.

La comprensión del pensamiento docente obliga a ir más allá del qué y cómo se hacen las cosas, o de la persistencia de evaluar si lo que se hace en el aula coincide con los marcos de referencia pre-establecidos –reflexión para la verificación– (Bothelo, 2021; Hughes et al., 2020). Deseamos ubicar al profesorado frente a la enseñanza y sus implícitos para explorar sus formas de pensar con relación a lo que logra «ver» y proponer profesionalmente como consecuencia de su razonamiento. Nuestro objetivo de investigación es caracterizar el razonamiento pedagógico de profesores de Biología sobre el obstáculo epistemológico teleológico según la experiencia docente total.

MARCO TEÓRICO

Razonamiento pedagógico

El razonamiento pedagógico se define como la capacidad de los profesores y las profesoras para relacionar lo que identifican e interpretan con las acciones que realizan, para formar así un todo interconectado (Bakker et al., 2022; Choy et al., 2017). Corresponde a la actividad de pensamiento, que permite

al profesorado justificar y explicar sus acciones en el contexto de la enseñanza (Bakker et al., 2024). Este proceso implica seleccionar y focalizar (identificar), prever y explicar (interpretar), y finalmente planificar y justificar un curso de acción (decidir) todo basado en una reflexión continua.

Esto implica analizar situaciones específicas del aula, basándose en su conocimiento sobre la enseñanza y su impacto en los aprendizajes del estudiantado (Van Es y Sherin, 2002), así como en juicios profesionales (Shulman, 1998) para tomar decisiones de instrucción. La complejidad inherente al proceso de razonamiento puede ocultar comprensiones más profundas de los análisis y posturas profesionales. Por ello, resulta crucial explorar el razonamiento pedagógico del profesorado para comprenderlo y reconocerlo como una herramienta heurística de crecimiento profesional.

Para fomentar el desarrollo del razonamiento pedagógico, es importante que el profesorado identifique situaciones de enseñanza con potencial para el aprendizaje, discerniendo lo que es relevante para este fin, reflexionando sobre sus experiencias y extrayendo interpretaciones significativas. Además, deben considerar las razones profesionales detrás de las acciones que promueven o piensan promover (Kavanagh et al., 2020).

La competencia pedagógica está relacionada con la comprensión y mejora del aprendizaje del contenido disciplinar curricular, el contenido de la materia (Bakker et al., 2022). Esto pone de manifiesto la importancia de la actividad cognitiva del profesorado en su contexto y su relación con el conocimiento especializado (Rozenszajn et al., 2019). Sin embargo, algunos estudios han evidenciado que los docentes de ciencias dan cuenta de un razonamiento tipo *pinball* (Keast et al., 2017), en el que se pasa rápidamente de un foco a otro, relevando la complejidad del proceso de razonamiento e invisibilizando, a nuestro modo de entender, las comprensiones profundas de sus análisis y posturas profesionales.

En este contexto, razonar implica darse cuenta, predecir y justificar. Para desarrollar este razonamiento, los profesores deben ser capaces de identificar situaciones de enseñanza con potencial para los aprendizajes. Esto conlleva 1) reconocer lo que puede ser relevante para el aprendizaje, 2) reflexionar sobre las experiencias y extraer significados, y 3) interpretar y pensar en las razones profesionales detrás de sus acciones.

Experiencia profesional docente

Cuando el profesorado se centra en acciones deliberadas en sus prácticas de enseñanza, la experiencia docente se convierte en un factor clave y diferenciador. A menudo, se agrupa al profesorado en niveles, como los de principiante o experimentado, o novel o experto; es decir, se basan en diferentes etapas temporales de su carrera profesional (Imbernon, 2007; Shulman, 1986). Sin embargo, esta tipificación basada en el tiempo de ejercicio docente proporciona poca información sobre las experiencias de los profesores de Biología vivenciadas en su actividad.

Para distinguir a los profesores en función de su experiencia profesional docente se han propuesto diferentes aspectos distintivos.

Según Orgoványi-Gajdos (2016), el profesorado novel o principiante tiene una capacidad limitada para construir conocimiento y tienden a enseñar contenidos aislados con poca transferencia; a menudo, muestra interpretaciones superficiales de los eventos del aula. Sin embargo, el profesorado experimentado posee una mayor integración de conocimiento y puede transferirlo de manera efectiva en la enseñanza.

Ravanel et al. (2021) revelaron que el profesorado principiante tiende a buscar validación a través de cursos de perfeccionamiento para mejorar su comprensión del contenido que debe enseñar, mientras que los experimentados se preocupan por el desinterés de los estudiantes en su materia y cómo abordarlo.

Para Anderson y Taner (2023), el profesorado experto promueve una enseñanza interactiva de toda la clase, utiliza rutinas regulares que se pueden flexibilizar según las necesidades estudiantiles e incorpora la improvisación. Según la teoría de la observación (Miller, 2011), el profesorado experto se caracteriza por monitorear el entorno complejo y caótico del aula y se centra en las características relevantes de las comprensiones estudiantiles para monitorearlas. Este razonamiento de aprendizaje, que consiste en ignorar ciertos rasgos estudiantiles o de los entornos, puede tener dificultades para tomar conciencia de lo que notan o perciben los profesores (Miller, 2011). El profesorado experto se distingue tanto por lo que nota como por lo que no logra notar o darse cuenta.

En resumen, se coincide en que los profesores experimentados tienen un alto conocimiento pedagógico del contenido y desarrollan relaciones interpersonales sólidas con los estudiantes. Sin embargo, creemos que el dominio del conocimiento pedagógico está relacionado con el tópico específico que enseñan y las oportunidades que han tenido para hacerlo, ya que, a partir de estas experiencias, el profesorado construye y reconstruye su conocimiento pedagógico del contenido personal (Stender et al., 2017).

Enseñanza y aprendizaje de la evolución de los seres vivos

Debido a su centralidad para la Biología y sus innumerables impactos en la sociedad y la cultura, la teoría de la evolución es un componente fundamental del currículo de ciencias naturales (Deniz y Borgerding, 2018). Sin embargo, numerosos estudios han demostrado que el aprendizaje de este contenido es deficiente en diversos países. Las razones son variadas y complejas, entre las que se incluyen conflictos con creencias religiosas, concepciones intuitivas incompatibles con la teoría tanto en estudiantes como en profesores, deficiencias en la formación docente y falta de adecuación de los materiales didácticos (Rosengren et al., 2012; Smith, 2010). En este contexto, nos centraremos en la selección natural, uno de los modelos más importantes en la teoría de la evolución debido a su amplio consenso en la comunidad científica y a su alcance explicativo (Futuyma y Kirkpatrick, 2018).

La influencia de las concepciones de los estudiantes en el aprendizaje de este contenido se aborda desde el marco teórico de los obstáculos epistemológicos (OE) (Astolfi, 2001; Camilloni, 2001). Un OE es cualquier concepción transversal (se relaciona con una amplia diversidad de tópicos), funcional (cumple una función heurística y explicativa en la cognición del sujeto) y conflictiva (entra en conflicto, al menos en ciertos casos, con cierto modelo científico que se va a enseñar) (González Galli et al., 2022). Los OE serían así modos de pensar muy generales e implícitos que subyacen tras numerosas concepciones más específicas y explícitas.

Dado que los OE nunca desaparecen, los objetivos didácticos se centran en fomentar el desarrollo de la capacidad metacognitiva del estudiante para regular esos modos de pensar. En otros trabajos (González Galli et al., 2020), hemos denominado «vigilancia metacognitiva» a esta capacidad, que supone saber en qué consiste el OE que dificulta el aprendizaje, reconocer sus diversas expresiones específicas y, finalmente, ser capaz de regular el uso del OE, evaluando contextualmente su adecuación, pertinencia y validez en cada caso. Dada la importancia de los OE, sería esperable que el profesorado haya atendido a este factor como foco de su formación y desarrollo.

A partir de la investigación se han identificado varios OE que dificultan el aprendizaje de la biología evolucionista. Los principales son el pensamiento teleológico o finalista, el pensamiento esencialista y el pensamiento centrado en el individuo (González Galli y Meinardi, 2011, 2015). El primero se refiere a la tendencia a explicar los fenómenos recurriendo a la noción de fin, meta u objetivo. El segundo supone pensar en términos de categorías que se consideran reales, inmutables y homogéneas (ignorando la variabilidad interindividual). El tercero se refiere la tendencia a explicar el cambio evolutivo en términos de transformaciones de los individuos.

METODOLOGÍA

Contexto de investigación

Este estudio forma parte de un programa de investigación que se centra en el profesorado y su actividad cognitiva. El objetivo fue analizar el razonamiento pedagógico de profesores de Biología en relación con el obstáculo epistemológico teleológico, considerando su experiencia docente total. La pregunta que guio el estudio fue: ¿Cuáles son las características del razonamiento pedagógico relacionado con el obstáculo epistemológico teleológico en función de la experiencia profesional del profesorado de Biología? Para su abordaje, se diseñó un estudio de tipo cuantitativo y transeccional.

Participantes

La población participante estuvo conformada por 32 profesores de Biología en servicio de la capital de Chile, que respondieron un cuestionario de pensamiento docente de manera autónoma y consentida. Los participantes fueron 11 profesores y 21 profesoras, que según sus años de experiencia docente total (EDT) están en las categorías de profesores: *noveles*, con 0 a 4 años de experiencia (n = 10; 31,25 %); *intermedio*, con 5 a 9 años de experiencia (n = 12; 37,50 %); y *expertos*, con más de 10 años de experiencia (n = 10; 31,25 %). Las categorías se fundamentan en Imbernon (2007), así como en la legislación chilena (Ley 20.903). En paralelo, se indagó sobre los años de experiencia enseñando el tema de la evolución de los seres vivos, para enriquecer la descripción del perfil de los participantes (tabla 1).

Tabla 1.
Frecuencia y porcentaje de los participantes considerando la experiencia docente total y enseñando la evolución, según la categoría de la experiencia docente total

Categoría experiencia docente	Experiencia docente total				Experiencia docente enseñando la evolución					
	n	Participantes (n)		Representación (%)		n	Participantes (n)		Representación (%)	
		Mujer	Varón	Mujer	Varón		Mujer	Varón	Mujer	Varón
Novel	10	4	6	19,1	54,5	24	14	10	66,7	90,9
Intermedio	12	10	2	47,6	18,2	6	6	0	28,6	0,0
Experto	10	7	3	33,3	27,3	2	1	1	4,7	9,1
Total	32	21	11	100	100	32	21	11	100	100

Los años de experiencia docente total son de 8,92 años \pm 7,04, y los años de experiencia de los participantes enseñando evolución de los seres vivos es de 4,56 años \pm 3,90.

Recolección de la información

El cuestionario surge del interés por explorar el pensamiento de profesores en el marco de un proyecto de investigación mayor que se centra en analizar el razonamiento pedagógico de los profesores al examinar fragmentos de clases sobre biodiversidad y evolución. En este contexto, y con el fin de mantener el nivel contextualizado de la actividad de pensamiento docente, decidimos proponer un caso hipotético como estímulo para los participantes. El cuestionario, denominado *Pensamiento docente acerca de la enseñanza de la evolución de los seres vivos*, recopila tres tipos de información: 1) datos generales sobre los participantes; 2) una situación hipotética de enseñanza que sirve como estímulo para

el razonamiento; y 3) instrucciones para los participantes que los invitan a proponer procedimientos, predicciones y justificaciones (figura 1).

La validación del instrumento se realizó a través de jueces expertos, quienes evaluaron tres aspectos: claridad y pertinencia de la situación hipotética y de las instrucciones, considerando que la situación implícitamente presenta un obstáculo de aprendizaje teleológico. Otro aspecto de la validación fue la pertinencia de la instrucción en relación con sus objetivos y contenido. En esta etapa de validación participan dos investigadores con experiencia en la enseñanza de las ciencias experimentales.

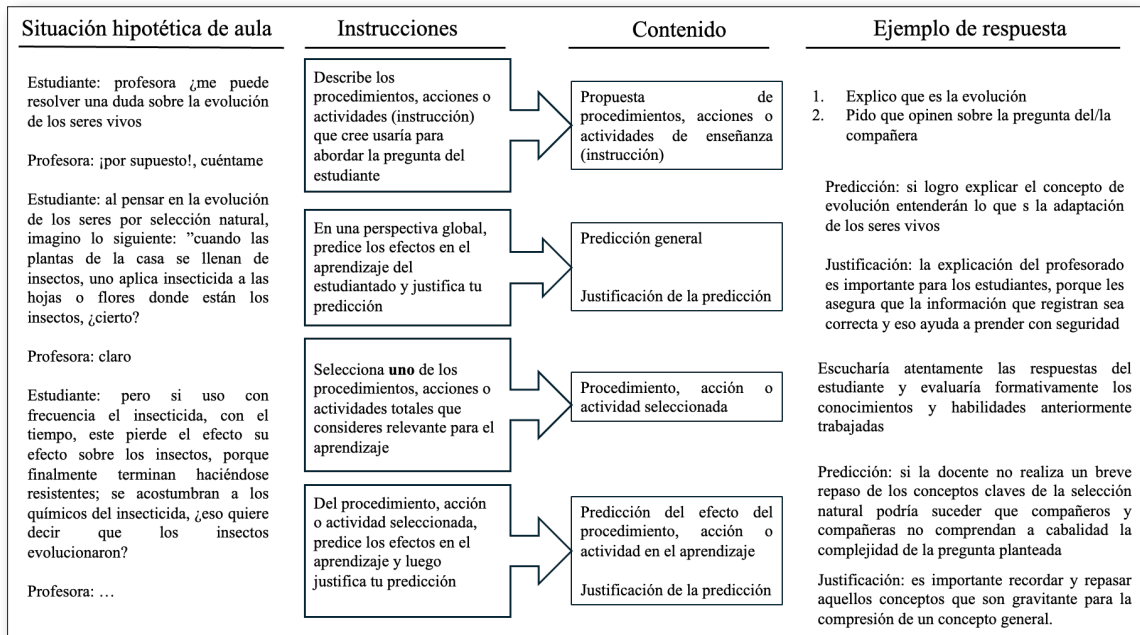


Fig. 1. Representación general del instrumento empleado para caracterizar el razonamiento docente. Se presenta un ejemplo hipotético para una mayor comprensión.

Operacionalización de las categorías de análisis

Para analizar y caracterizar el razonamiento pedagógico, se definieron cinco categorías de análisis, a saber: identificación (C1), la formulación de procedimientos de enseñanza (C2), la habilidad predictiva (C3), la habilidad de justificar las predicciones (C4) y, por último, la habilidad para fundamentar las predicciones mediante el conocimiento profesional (C5).

Las categorías se definieron y operacionalizaron mediante el desarrollo de una rúbrica analítica (ver Raval, Díaz y González Galli, 2024). Esta se validó desde la perspectiva teórica de la visión profesional, ya que se considera un elemento importante en la experiencia docente (Ho Chan et al., 2020), pues permite a los profesores observar y dar sentido a lo que ocurre en el aula (Blomberg et al., 2011). En este caso, se enfocó en la interacción circunscrita a un obstáculo de aprendizaje.

Para describir los niveles de cada dimensión, se tomó como punto de partida la propuesta de Zaragoza et al. (2021) y se realizaron ajustes graduales basados en ejemplos de respuestas típicas de los participantes. Finalmente, la validez de la rúbrica se confirmó mediante la evaluación de expertos, quienes la juzgaron en términos de pertinencia y claridad de las categorías y descriptores por nivel, usando una escala de apreciación. La validación fue realizada por tres jueces expertos con especialización en enseñanza de las ciencias.

Procedimiento de análisis

Los análisis de las categorías de análisis C1, C2, C3, C4 y C5 derivan de la reducción de la información por el uso de la rúbrica. Así, los datos obtenidos representan una escala de 3 a 1, donde el valor 3 representa que el profesorado alcanza el nivel de experto para las categorías de análisis (C1 a C5) y el valor 1 representa el nivel inicial.

La codificación se desarrolló en dos momentos: el primero fue de carácter individual y responsabilidad de cada investigador. Luego, se estimó el índice de concordancia de kappa (Abraira, 2000) para evaluar el grado de concordancia entre dos evaluadores. Dado que en todas las categorías el valor de kappa fue moderado ($k = 0,5 - 0,6$), se llevó a cabo un análisis de los códigos no coincidentes. Este análisis se llevó a cabo en tres instancias distintas, a través de discusiones entre investigadores, con el objetivo de maximizar el grado de consenso.

Técnica de análisis de la información

Realizamos un análisis descriptivo del nivel de razonamiento pedagógico para identificar y caracterizarlo de acuerdo con las descripciones establecidas en la rúbrica para las cinco categorías de interés (C1-C5). Este análisis se llevó considerando la experiencia docente total de los participantes.

Dado que nuestros datos son de naturaleza categórica y nuestro interés radica en explorar la posible relación entre la variable de experiencia docente total y las categorías de razonamiento (C1, C2, C3, C4 y C5), hemos optado por emplear un análisis de correspondencia simple (Greenacre, 2008). Este método, como lo describe el autor, consiste en representar gráficamente tablas de datos, lo que permite construir un diagrama de dispersión que ilustra la relación entre las variables a través de dos ejes de coordenadas perpendiculares. El objetivo de este análisis en nuestro artículo es generar un diagrama de dispersión que describa la relación entre las variables desde una perspectiva exploratoria. Se ha prestado especial atención para asegurar que los diferentes tipos de profesores –novel, intermedio y experto– estén adecuadamente representados, con un total de 10, 12 y 10 casos, respectivamente.

En cuanto a que se haya elegido para el análisis de correspondencia fijarse en la experiencia docente total (EDT) en lugar de en la experiencia específica enseñando evolución (EDEv), se debe a que la premisa de reconocer la experiencia docente supone una integración tanto personal como profesional desde la cual una persona que actúa como profesor o profesora de Biología define lo que quiere lograr con su trabajo de enseñanza (Korthagen y Vasalos, 2010). Desde el punto de vista analítico, los casos de EDT están mejor representados que los de EDEv para el análisis de correspondencia. Para llevar a cabo este análisis, se utilizó el *software* SPSS-19.

RESULTADOS

Experiencia docente total y nivel de razonamiento docente

Este primer análisis ofrece una visión general del nivel de desarrollo del razonamiento del profesorado de Biología según los indicadores descritos en la rúbrica analítica. Los resultados se presentan por categoría de análisis.

- *Identificación* (C1): advertimos que el 40,6 % de participantes logra identificar en la situación de enseñanza del obstáculo epistemológico teleológico para el tema de la evolución (C1). De los 13 profesores que logran hacerlo, el 38,5 % son noveles, y el 15,4 % son profesores experimentados.

- *Procedimientos de enseñanza (C2)*: comprenden actividades tanto por parte del docente como de las y los estudiantes, diseñadas para abordar la situación de aula identificada. El 34,4 % de los participantes (n = 11) sugiere una secuencia de actividades alineadas con el obstáculo de aprendizaje y, en consecuencia, en sintonía con las concepciones del estudiantado. Dentro de este grupo, el 45,5 % son profesores noveles y el 100 % son profesores experimentados (n = 2)
- *Predicción*: los profesores proponen predicciones (C3) sobre los posibles efectos, positivos o negativos, de los procedimientos propuestos (C2) en los aprendizajes estudiantiles. Encontramos que el 25 % (n = 8) muestra una relación causal entre el procedimiento y el aprendizaje del estudiante según la situación de clase (obstáculo epistemológico teleológico). Un ejemplo sería: «se podría generar una percepción errónea sobre el proceso de evolución [...] creer que un individuo está evolucionando por exposición a un químico». Sin embargo, la mayoría de los participantes presentan relaciones causales que no están directamente relacionadas con el obstáculo, sino más bien con distintos conceptos de evolución (43,8 %). Además, el 31,3 % propone afirmaciones expresadas más como preocupaciones docentes o inquietudes, en lugar de establecer una relación causal. De los profesores que predicen en un nivel experto, siete son profesores noveles y uno es una profesora en nivel intermedio. No evidenciamos profesores expertos para esta categoría.
- *Justificación docente*: al realizar una predicción (C3), el participante la justifica (C4). El 25 % (n = 8) de los profesores logran justificar lo que se predice, es decir, indican una razón teórica o empírica a favor de la predicción. De esos, el 62,5 % son profesores noveles (n = 5), el 25 % profesores en nivel de intermedio (n = 2) y el 12,5 % corresponde a un profesor experto (n = 1).
- *Uso del conocimiento profesional*: cuando la justificación se evalúa en función del uso de conocimiento profesional (C5), tenemos que el 25 % de los participantes lo hace, es decir, hay una referencia explícita al conocimiento profesional sobre la enseñanza y aprendizaje de la evolución. Un ejemplo sería: «debido a la cultura popular se utiliza erróneamente el término evolución como una mejora o un cambio que ocurre en un individuo en particular, esto genera preconceptos como entender que la evolución es un proceso que ocurre y se observa en un cambio a corto plazo». Ahora bien, encontramos que el 50 % (n = 16) de los participantes, cuando justifica, (C5) ofrece razones genéricas, inespecíficas y alejadas de la predicción. Un ejemplo se muestra a continuación:

El tema de evolución es un tema abstracto y poco práctico –como experimentación–, requiere de análisis y dominio de algunos conceptos básicos [...] el tema de adaptación y evolución considerando que implícitamente el ADN (Prof. N; 15 años EDT; 5 años EDEv).

El 30,80 % (n = 4) de los profesores que logran el nivel de experto (n = 13) son profesores noveles y el 15,4 % corresponde a profesores en nivel intermedio y experto. Del total de profesores expertos (n = 10) se encasilla en el nivel inicial un 60 %.

Análisis de correspondencia simple

Para el tercer análisis se llevó a cabo un análisis de correspondencia con perspectiva exploratoria. Previamente, se realizó un análisis de chi cuadrado para evaluar la relación entre las variables: el nivel de experiencia total del profesorado (EDT) y las categorías utilizadas para explorar el razonamiento pedagógico (C1, C2, C3, C4 y C5).

Los resultados de chi cuadrado indicaron que la experiencia docente total (EDT) no está relacionada con el nivel de desarrollo de las habilidades pedagógicas, excepto en los caso de identificación del obstáculo de aprendizaje teleológico (C1) y la generación de predicciones basadas en los procedimien-

tos de enseñanza (C3), donde sí se encontró una relación significativa ($p = .008$ y $p = .002$, respectivamente), en el contexto de EDT.

A pesar de la ausencia de una relación estadísticamente significativa entre algunas de las variables de interés, decidimos representar gráficamente todos los datos mediante un análisis de correspondencia (Greenacre, 2008), con el objetivo de reducir la información para explorar y describir el comportamiento de las variables experiencia docente (EDT) y el razonamiento pedagógico según las categorías C1, C2, C3, C4 y C5.

Análisis de correspondencia para la categoría C1: identificación

Se observa en la figura 2 una diferencia significativa en la habilidad de los profesores para identificar los obstáculos de aprendizaje teleológico en relación con su experiencia docente ($p = .05$). Los profesores con más años de experiencia tienden a no identificar el obstáculo en la enseñanza de la evolución. Por otro lado, los profesores noveles son quienes tienden a identificar principalmente los conceptos científicos centrales implícitos en la situación abordada y se preparan para enfrentarlos mediante trabajos de exploración o indagación. El profesorado correspondiente al nivel intermedio logra identificar el obstáculo de aprendizaje para la evolución.

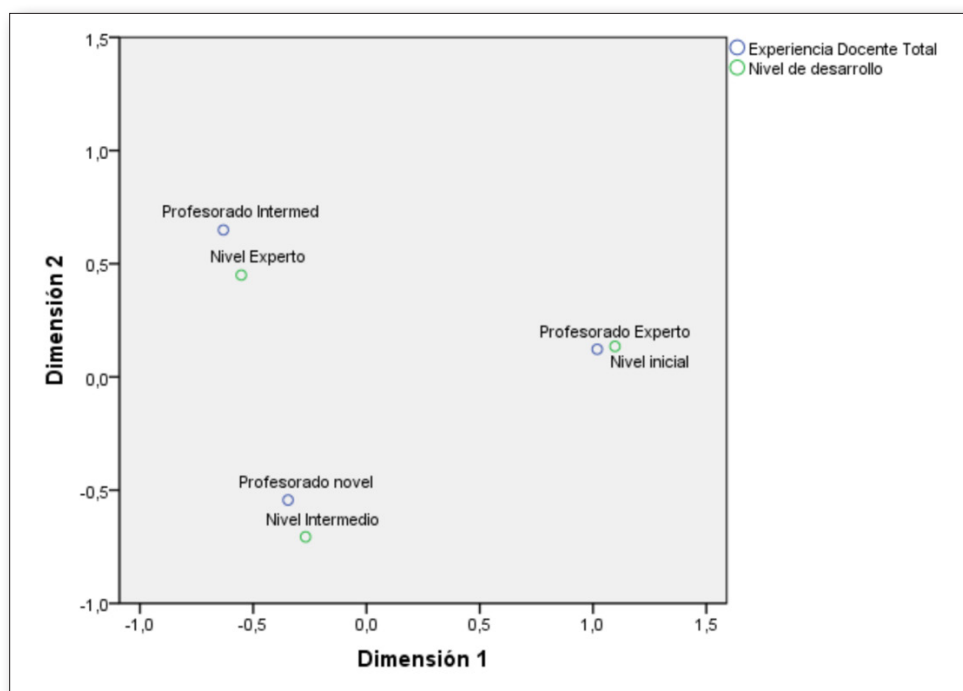


Fig. 2. Análisis de correspondencia para la EDT con relación a la categoría C1: identificación.

Análisis de correspondencia para la categoría C2: procedimientos de enseñanza

La habilidad para proponer un procedimiento de enseñanza en relación con el obstáculo de aprendizaje (C2) revela diferencias entre los profesores según su experiencia docente (figura 3). Los profesores con mayor experiencia tienden a proponer procedimientos de enseñanza centrados en el contenido científico implícito en la situación. Entre tanto, el profesorado de nivel intermedio opta por procedimientos de enseñanza que enfatizan la dimensión pedagógica, como el trabajo grupal, el intercambio

de material o la respuesta a preguntas generales sobre el tema. Estas acciones están centradas en los conceptos científicos inherentes al obstáculo de aprendizaje, de manera similar como lo hacen los profesores noveles.

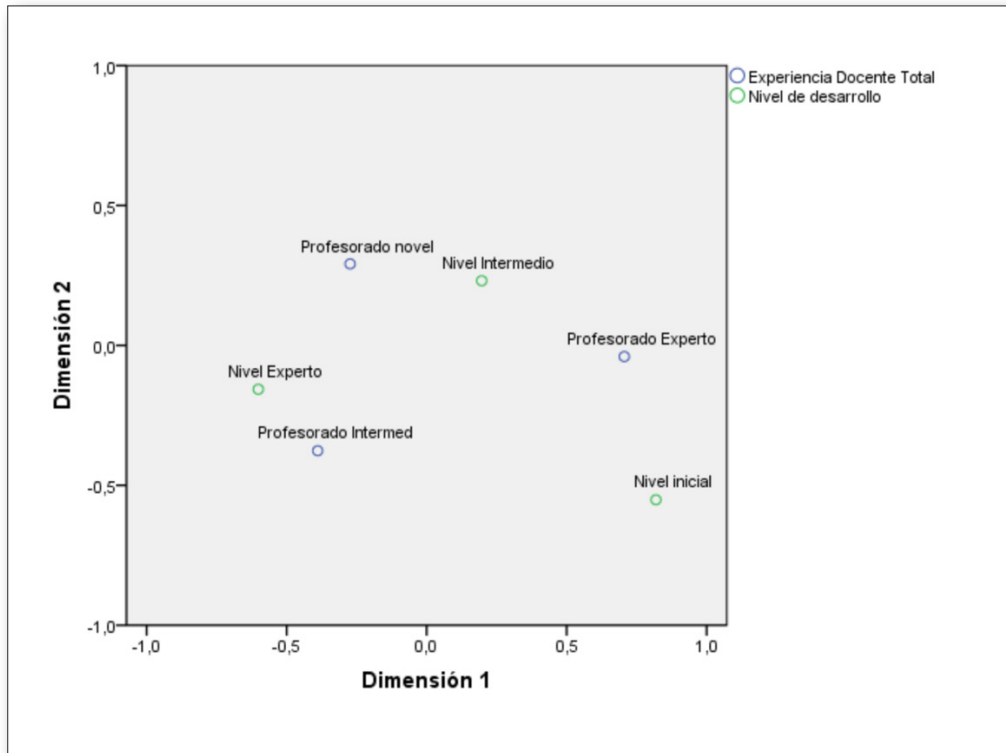


Fig. 3. Análisis de correspondencia para la EDT en relación con la categoría C2: procedimiento de enseñanza.

Análisis de correspondencia para la categoría C3: predecir

En esta categoría, evidenciamos características distintivas y significativas ($p = .02$) en cuanto a la capacidad de predecir las consecuencias de los procedimientos de enseñanza en función del grado de desarrollo profesional (figura 4). Los profesores noveles pueden establecer una relación causal entre los procedimientos y el obstáculo de aprendizaje, situándolos según la rúbrica en el nivel de experto. Los profesores de nivel intermedio ofrecen predicciones que transitan por ideas de tipo conceptual ligadas al tema de la evolución, o se plantean desde la lógica del profesor. Los profesores expertos presentan predicciones que no establecen una relación causal, sino que reflejan dificultades o preocupaciones en la enseñanza y aprendizaje de la evolución.

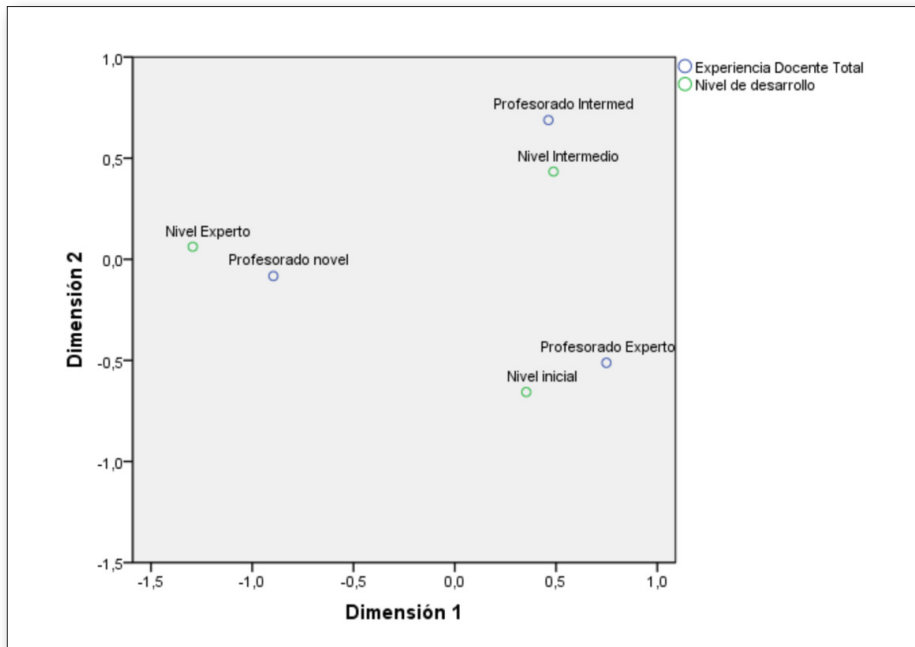


Fig. 4. Análisis de correspondencia para la EDT en relación con la categoría C3: predicción.

Análisis de la correspondencia para la categoría C4: justificar la predicción

La capacidad de dar razones en relación con el obstáculo de aprendizaje teleológico parece ser un aspecto complejo de caracterizar en el profesorado (figura 5). Los profesores noveles se encuentran en un nivel experto e intermedio en esta habilidad, según la rúbrica, mientras que los profesores de nivel de intermedio y experto están más cerca de ofrecer razones alejadas del obstáculo de aprendizaje (en un nivel inicial).

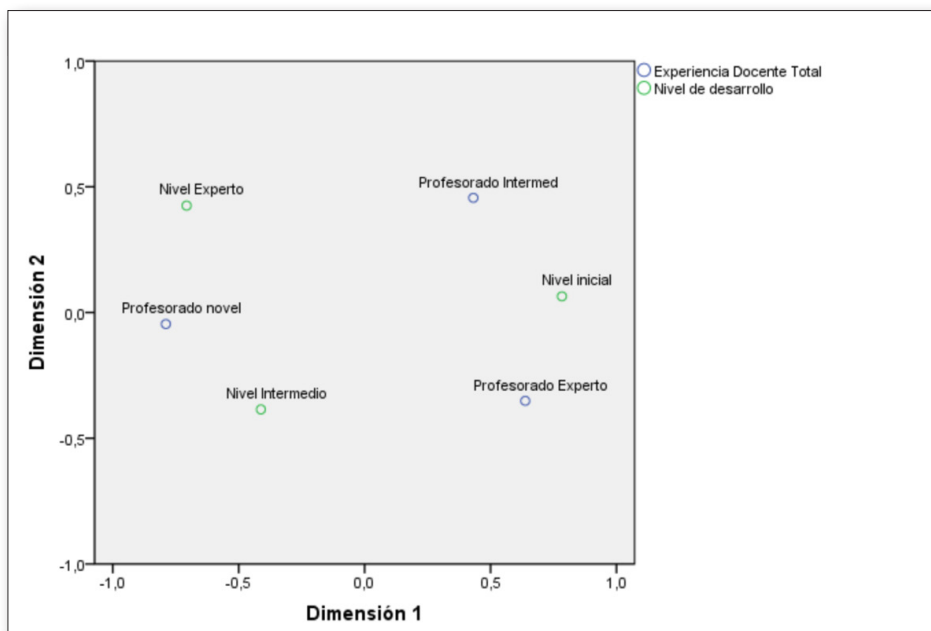


Fig. 5. Análisis de correspondencia para la EDT en relación con la categoría C4: justificación.

Análisis de correspondencia para la categoría C5: usar conocimiento especializado

La habilidad para justificar basándose en el conocimiento sobre la enseñanza y el aprendizaje de la evolución, particularmente en relación con el obstáculo de aprendizaje teleológico, se presenta como un atributo desafiante de caracterizar en el profesorado (figura 6). Aquellos que se sitúan en un nivel intermedio y experto ofrecen justificaciones genéricas e inespecíficas, a veces consideradas como ideas de sentido común. Por otro lado, el profesorado novel proporciona razones que hacen referencia explícita al conocimiento sobre la enseñanza y el aprendizaje de la evolución, mientras que otros lo hacen desde contenido de evolución en sí mismo.

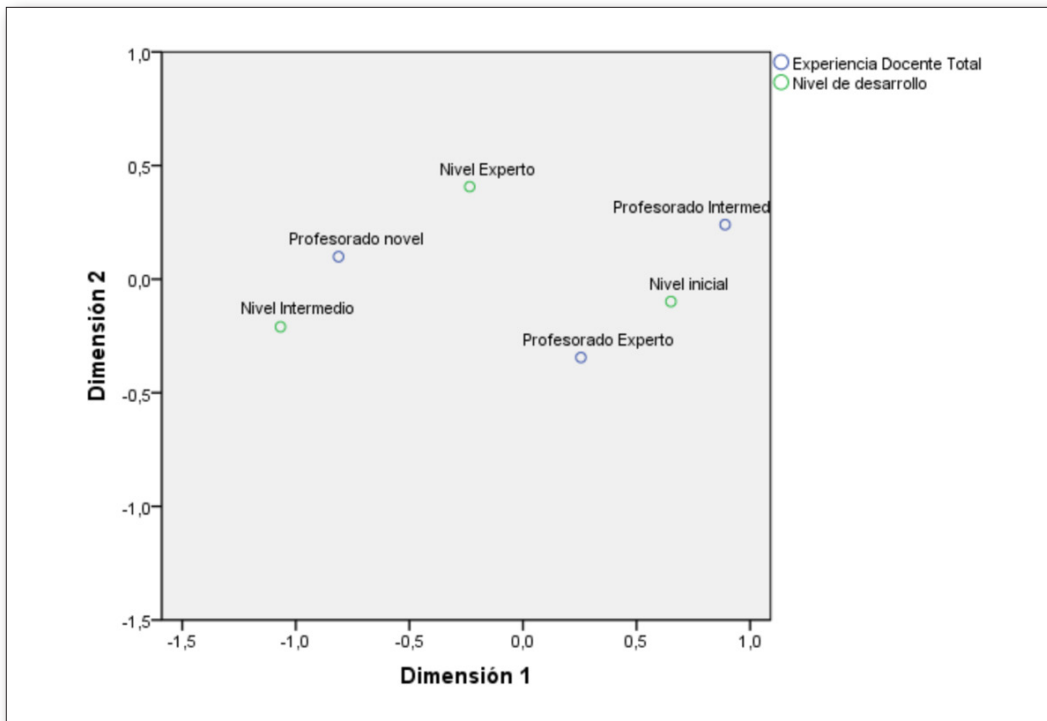


Fig. 6. Análisis de correspondencia para la EDT en relación con la categoría C5: usar conocimiento especializado.

DISCUSIÓN

Esta investigación se centra en caracterizar el razonamiento pedagógico de profesores de Biología en servicio en relación con una situación de aula que implícitamente aborda el obstáculo epistemológico teleológico en el aprendizaje de la evolución.

Uno de los resultados principales del estudio es la tendencia de los profesores a justificar sus enfoques de enseñanza basándose en el contenido específico de la evolución. Esto podría estar relacionado con una concepción academicista de la enseñanza o con las dificultades que encuentran al enseñarlo (Becerra et al., 2023). Por lo tanto, se necesita una discusión más profunda sobre el uso o la explicitación del conocimiento profesional relacionado con la enseñanza y el aprendizaje de un tópico específico, como la evolución por selección natural, para enriquecer la comprensión de las prácticas de enseñanza como objeto de indagación.

En este estudio hemos adoptado la idea de que el razonamiento pedagógico es un proceso de pensamiento complejo que implica la capacidad de identificar y seleccionar de manera consciente los ele-

mentos relevantes dentro una situación de enseñanza. Esto significa que el razonamiento pedagógico se refiere a un proceso abierto y flexible en el cual el profesorado atiende, plantea premisas, predice, cuestiona, explica y justifica sus acciones de enseñanza, teniendo en cuenta el qué, el cómo y el porqué de cada acción en su contexto correspondiente. En ese sentido, podría parecer razonable suponer que el profesorado con más años de experiencia profesional, que posee un conocimiento más articulado y una mejor comprensión pedagógica del contenido, así como un mayor manejo de las situaciones de aula y guiones didácticos más desarrollados (Stender et al., 2017), tendría una mayor capacidad para identificar un obstáculo de aprendizaje. Sin embargo, encontramos que los profesores con menos experiencia profesional (noveles) son los que logran identificarlo en mayor medida. Esto implica que el razonamiento pedagógico se fundamenta en el uso de conocimiento especializado sobre la enseñanza y el aprendizaje (Loughran, 2019). En ese contexto, se infiere que el razonamiento pedagógico del profesorado novato, en cuanto a la situación hipotética, la propuesta de procedimientos de enseñanza y su posterior reflexión, se apoya principalmente en el conocimiento sobre el obstáculo de aprendizaje teleológico en cuestión. Mientras tanto, el profesorado experto emplea como base para su razonamiento pedagógico el conocimiento de la evolución por selección natural. Esto indica que el razonamiento pedagógico de los profesores novatos implica poner en juego un componente del conocimiento pedagógico del contenido (CPC): las concepciones de los estudiantes, mientras que, comparativamente, los profesores expertos parecen basar su razonamiento principalmente en el conocimiento de la materia. Esta diferencia implica que el razonamiento varía entre profesores noveles y otros tipos de profesores de Biología. Este hallazgo coincide con los resultados de Pilous et al. (2023) en su estudio con profesores de matemáticas. No obstante, señalan que los profesores principiantes pueden tener menos experiencia en el razonamiento pedagógico y enfocarse más en el conocimiento práctico sobre los procedimientos de enseñanza. En nuestro estudio, compartimos esta tendencia, pero también observamos que los profesores novatos reconocen los obstáculos clásicos asociados al tópico específico de la evolución por selección natural. Es decir, reconocen la naturaleza de la enseñanza de un tópico específico, asunto que consideramos diferente de las particularidades de la Biología en general.

Esto reafirma la idea de que el razonamiento pedagógico acerca de un obstáculo de aprendizaje teleológico se apoya en el conocimiento del tópico específico que se enseña. Sugiere que las experiencias de enseñanza particulares de los tópicos-específicos pueden ser un factor más relevante que simplemente los años de experiencia en la profesión para distinguir entre profesores noveles y expertos en su razonamiento pedagógico. Dado el número de profesores con el que hemos trabajado, no podemos generalizar esta conclusión más allá de nuestra muestra.

Sin embargo, proponemos tres hipótesis interpretativas no excluyentes (podrían complementarse) al respecto:

- a) La formación inicial del profesorado puede haber incluido el OE como objeto de análisis en los últimos años, lo que podría explicar por qué los noveles logran identificarlo mejor que los profesores con más experiencias.
- b) Los programas o actividades de desarrollo profesional continuo no han abordado adecuadamente la cuestión de los OE, ya que su enfoque tiende a centrarse en asuntos pedagógicos generales, al contenido o a estrategias (Bordón et al., 2017), en lugar de explorar detenidamente problemas para el aprendizaje de contenidos específicos como el que hemos analizado.
- c) La calidad del conocimiento pedagógico sobre un contenido específico no está simplemente asociada con la experiencia general del docente, sino más bien con una experiencia específicamente relacionada con el tema en cuestión (Stender et al., 2017). En otras palabras, la mera acumulación de años de experiencia no necesariamente conduce a una mejora en el conocimiento pedagógico en relación con un contenido particular, a menos que esta experiencia esté acompañada de instancias formativas específicas relacionadas con dicho contenido.

Esto nos lleva a concluir que los espacios de discusión en la formación inicial y continua del profesorado deben prestar mayor atención a la importancia de la instrucción, representación y evaluación de un tópico en diálogo con las formas de pensar del estudiantado, siendo conscientes de que la labor del profesorado y su actividad comprometen la integración de lo personal (misión, identidad y creencias) con lo profesional (competencias y comportamientos) (Korthagen y Vasalos, 2010). Dicho esto, la discusión sobre la enseñanza vinculada a las formas de pensar del estudiantado sigue siendo relevante, sobre todo debido a la prevalencia de enfoques de enseñanza basados exclusivamente en el conocimiento disciplinar biológico en lugar de enfocarse en el conocimiento de las complejas interacciones entre esos contenidos con las concepciones de los estudiantes. Esto es especialmente relevante debido a que se ha reportado que un atributo distintivo de un profesor experto es su alto compromiso intelectual y emocional por la materia que enseña, una fuerte crítica a su práctica y un deseo continuo de mejora y aprendizaje a lo largo de su carrera (Anderson y Taner, 2023).

Esto también es consistente con las relaciones causa-efecto que los profesores experimentados suelen considerar al realizar predicciones, con un énfasis particular en el contenido relacionado con la evolución por selección natural. En el razonamiento pedagógico, se espera que los profesores conecten lo que identifican con los procedimientos de enseñanza para decidir cuál es el más adecuado según el contexto que reconocen. Para lograrlo, los profesores reflexionan sobre los aspectos positivos y negativos de una posible acción de enseñanza, profundizando en la situación para otorgarle significado (interpretación). Si los profesores expertos participantes de este estudio encuentran dificultades para anticipar las consecuencias de sus procedimientos de enseñanza en el aprendizaje, podemos concluir que el razonamiento pedagógico no solo se basa en los conocimientos especializados de la enseñanza y aprendizaje de la Biología en general o de los tópicos-específicos en particular, sino también en la capacidad para integrar este conocimiento en relación con lo percibido para comprender su esencia y actuar de manera coherente. Si esta capacidad no se manifiesta en profesores experimentados (figura 4), subrayamos la necesidad de reconsiderar estrategias de desarrollo que fomenten este aspecto del razonamiento pedagógico y, a su vez, reconocer el valor y la necesidad de que los profesores en servicio comprendan cómo piensan la enseñanza.

Al analizar la justificación de las predicciones realizadas por los diferentes tipos de profesores, se hace evidente que es un asunto difícil de determinar (figura 5). Esto nos lleva a plantear que la experiencia de razonamiento pedagógico de los profesores de este estudio es incipiente o está escasamente focalizada en establecer una relación coherente entre el marco de referencia y la práctica. A este nivel, los profesores novatos y experimentados muestran pocas diferencias, y es muy probable que cada uno de ellos haya priorizado los procedimientos de enseñanza como una respuesta práctica, que para ellos constituye un saber profesional y experiencial relevante y de fácil acceso. Esto contrasta con la capacidad de proporcionar argumentos basados en conocimiento profesional para sustentar los procedimientos y, más aún, relacionarlos con un obstáculo de aprendizaje. Esta falta de razonamientos fundamentados debe ser analizada para evitar reforzar las injustas acusaciones que con frecuencia se dirigen contra el profesorado en relación con sus capacidades profesionales. En este sentido, es relevante señalar que tanto la formación (inicial y en ejercicio) como el contexto en el que se ejerce la docencia en los países de nuestra región, caracterizado por una alta carga horaria laboral, cursos de estudiantes muy numerosos y excesivo trabajo administrativo, entre otros aspectos, no contribuyen al desarrollo de esa capacidad de razonamiento ni a su ejercicio frecuente. Cabe recordar que cuanto más estresado está un sujeto más recurre a modos de toma de decisiones poco reflexivas, «automatizadas», en lugar de a procesos más regulados conscientemente. Por otra parte, estos procesos son, justamente, los que podrían incluir el recurso consciente a conocimientos específicos y complejos, como aquellos relacionados con problemas relacionados con el aprendizaje de ciertos contenidos (Kahneman, 2012; Pozo, 2014).

Schäfer y Seidel (2015) indicaban que profesores con poca experiencia son menos hábiles para clasificar e interpretar una situación en contra de su conocimiento; sin embargo, este estudio sugiere que, en el razonamiento pedagógico, se supone el uso de un conocimiento particular y distintivo en un profesor experto o novel, siendo para los primeros el conocimiento de la materia el conocimiento central de su razonamiento, y para los segundos, noveles, el conocimiento sobre un OE, principalmente. Desde esta perspectiva, vemos que, entre el razonamiento pedagógico y el conocimiento que subyace tras aquel, se da la relación que el profesorado establece (o debería establecer) entre sus procedimientos de enseñanza y los propósitos que persigue, lo que revela la complejidad de este proceso de pensamiento que distingue a un profesor de otro (figura 7). Esto, desde nuestro punto de vista, constituye un área de investigación futura importante, ya que ayudaría a comprender con detalle lo que representa un profesor novel o experto desde la perspectiva del razonamiento pedagógico.

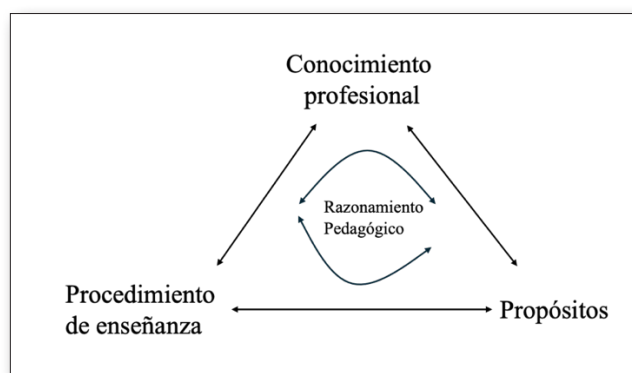


Fig. 7. Razonamiento pedagógico. Fuente: elaboración propia.

Desde una perspectiva global del papel del profesorado de Biología, donde cada participante aborda la enseñanza en función de su representación particular de la situación que enfrenta, se evidencia que el razonamiento pedagógico también implica el aspecto personal del profesorado. Por lo tanto, en ocasiones este se basa en ideas de sentido común o preocupaciones personales. Es esencial tener en cuenta que el profesorado integra su yo personal y profesional en el razonamiento. Por ende, al diseñar estrategias de aprendizaje para fortalecer el razonamiento pedagógico, resulta crucial considerar y abordar esta dualidad en su desarrollo.

CONCLUSIÓN

Este artículo presenta un estudio sobre cómo los profesores de Biología en servicio abordan una situación de aula que involucra implícitamente uno de los principales obstáculos epistemológicos para el aprendizaje de la teoría de la evolución a través de tres procesos de razonamiento: identificar, predecir y justificar utilizando el conocimiento profesional. A partir de este estudio, concluimos que las características del razonamiento pedagógico con respecto a un OE difieren entre profesores noveles y aquellos con más experiencia, ya que los primeros tienden a ser más perceptivos que los últimos. En ese sentido, cabe destacar dos puntos relevantes: en primer lugar, es importante reconocer que los profesores noveles, a su vez, son quienes reportan más experiencia enseñando el tópico. Esto refuerza nuestra tercera hipótesis interpretativa, pues sugiere que las experiencias específicas relacionadas con la enseñanza de un tópico específico inciden en el razonamiento pedagógico y, en particular, en la habilidad para identificar obstáculos de aprendizaje. En segundo lugar, es importante tener en cuenta que esta conclusión se deriva de una muestra pequeña, por lo que es necesario ampliarla.

Además, el estudio revela que la capacidad para justificar las ideas (predicciones) no está claramente definida para ningún tipo de profesor, lo que sugiere que constituye un aspecto de la profesión que requiere un mayor desarrollo y una promoción para la construcción de prácticas de enseñanza informadas. Si consideramos el razonamiento pedagógico como la capacidad del profesorado para transformar el conocimiento disciplinario y dar sentido profundo a las acciones de enseñanza, teniendo en cuenta la naturaleza y el impacto de las comprensiones estudiantiles en el aprendizaje, entonces este proceso implica: *i*) la identificación del obstáculo a partir de premisas derivadas de los estudiantes (razonamiento como identificar) y *ii*) la propuesta de procedimientos específicos relacionados con el OE para superarlo (razonamiento decisorio). Esto se traduce en la transformación del conocimiento de la evolución por selección natural en una forma de razonamiento que promueve el conocimiento especializado necesario para enseñar un tópico específico, lo que lo convierte en una valiosa herramienta de profesionalización dentro de ese contexto.

Los análisis nos muestran que los profesores de nivel intermedio o experimentado no se diferencian significativamente de los profesores noveles, cuando se trata de un obstáculo epistemológico teleológico. Esto podría deberse a que su enfoque no se centra en el tópico específico en cuestión, sino más bien en la disciplina en general, es decir, en la Biología. Es importante tener en cuenta que, debido al tamaño reducido de la muestra, las conclusiones deben interpretarse con cautela. Esto nos lleva a plantear la idea de que el pensamiento docente sobre qué y cómo enseñar la Biología no es equivalente a pensar qué y cómo enseñar un tópico específico. Esto significa que ciertas habilidades de pensamiento, como comparar, clasificar y analizar la situación significada, no surgen necesariamente de una comprensión profunda y completa del tópico específico y su enseñanza, sino más bien de la enseñanza de la Biología en sí misma como fuente de ideas para la enseñanza del tópico, lo que representa un obstáculo para el desarrollo de prácticas informadas por parte del profesorado. Por lo tanto, un profesor o profesora de Biología puede ser etiquetado como un experto general en Biología, pero como un novato en la enseñanza de un tópico específico.

Además, este artículo sugiere que las acciones de enseñanza en el profesorado no suelen relacionarse con las formas de pensar del estudiantado. A menudo prevalece la concepción de una enseñanza centrada en conceptos clave de la disciplina, cuando el enfoque ideal sería una enseñanza centrada en conceptos clave que orienten al profesorado sobre cómo abordar un OE y otros aspectos relacionados con problemas específicos de aprendizaje. Esto implica emplear conceptos clave que cuestionen el contenido que se enseña como un proceso de razonamiento para su transformación. Sin embargo, también demuestra que el razonamiento pedagógico de algunos profesores de Biología se fundamenta en los conocimientos especializados de la enseñanza y el aprendizaje de la evolución por selección natural, específicamente en la materia y en los obstáculos de aprendizaje. Esto destaca la importancia de promover más espacios de reflexión sobre tópicos específicos que contribuyan a mejorar la comprensión docente sobre la enseñanza de aspectos particulares (el tópico). Si se logra esto, se favorecerá que un profesor o profesora convierta los procedimientos de enseñanza y sus fundamentos en un cuerpo de conocimiento coherente que sirva de base para promover un razonamiento pedagógico que articule de manera comprensible su conocimiento y su práctica.

A pesar de sus limitaciones, como el uso de una muestra pequeña de profesores de Biología en servicio, este artículo aporta un instrumento para caracterizar y analizar el pensamiento del profesorado. Además, destaca el valor del razonamiento pedagógico como una herramienta para la profesionalización docente. Este aporte no solo puede complementar, sino también guiar, otros trabajos sobre el razonamiento del profesorado de ciencias, entendido como un proceso de identificación e interpretación para tomar decisiones basadas en el conocimiento profesional, un campo que aún está en desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). Fondecyt 1230711 dirigido por ERM.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraira, V. (2000). El índice de kappa. *Semergen*, 27, 247-249.
- Alonzo, A., Berry, A., y Nilsson, P. (2019). Unpacking the complexity of science teacher's PCK in action: Enacted and Personal PCK. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski, A. (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 273-288). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2>
- Álvarez, C. (2013). *Enseñanza y desarrollo profesional docente*. Madrid: La Muralla.
- Anderson, J. y Taner, G. (2023). Building the expert teacher prototype: A metasummary of teacher expertise studies in primary and secondary education. *Educational Research Review*, 38, 100485. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100485>
- Appleton, K. (2002). Science activities that work: Perceptions of primary school teachers. *Research in Science Education*, 32(3), 393-410.
- Astolfi, J. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. Díada.
- Bakker, C., de Gloppe, K., y de Vries, S. (2022). Noticing as reasoning in lesson study teams in initial teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 113, 103656 <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103656>
- Bakker, C., de Gloppe, K., y de Vries, S. (2024). Are we jumping into a gap? A study of the interplay between theoretical input and practical knowledge during noticing as reasoning of a lesson study team in initial teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 140, 104468. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104468>
- Becerra, B., Núñez, P., Vergara, C., Santibáñez, D., Krüger, D., y Cofré, H. (2023). Developing an instrument to assess pedagogical content knowledge for Evolution. *Research in Science Education*, 53, 213-229. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10042-0>
- Black, P. y Plowright, D. (2010). A multi-dimensional model of reflective learning for professional development. *Reflective Practice*, 11(2), 245-258. <https://doi.org/10.1080/14623941003665810>
- Blomberg, G., Stürmer, K., y Seidel, T. (2011). How pre-service teachers observe reaching on video: Effects of viewers' teaching subjects and the subject of the video. *Teaching and Teacher Education*, 27(7), 1131-1140. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.04.008>
- Bordón, P., Canals, C., Rojas, S. y Serra, C. (2017). Desarrollo profesional de los docentes. En Ministerio de Educación, *Contextualización de la enseñanza en Chile. Resultados de la encuesta internacional TALIS 2013, OCDE* (pp. 49-88). MINEDUC.
- Bothelo, N. (2021). Reflection in motion: an embodied approach to reflection on practice. *Reflective Practice*, 22(2), 147-158. <https://doi.org/10.1080/14623943.2020.1860926>
- Camilloni, A. (Ed.). (2001). *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Gedisa.

- Choy, B., Thoma, M., y Yoon, C. (2017). The FOCUS framework: Characterising productive noticing during lesson planning, delivery and review. En E. O. Schack, M. H. Fisher, J. A. Wilhelm (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 445-466). Springer.
- Deniz, H. y Borgerding, L. (2018). *Evolution Education Around the Globe*. Springer.
- Futuyma, D. y Kirkpatrick, M. (2018). *Evolution*. Oxford University Press.
- Galaz, A., Fuentealba, R., Cornejo, J., y Padilla, A. (2011). *Estrategias reflexivas. La formación de profesores y de formadores de profesores*. LOM.
- González Galli, L. y Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciencia y Educação, 21*(1), 101-122.
<http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010007>
- González Galli, L. y Meinardi, E. (2011). The Role of Teleological Thinking in Learning the Darwinian Model of Evolution. *Evolution: Education and Outreach, 4*(1), 145-152.
<https://doi.org/10.1007/s12052-010-0272-7>
- González Galli, L., Pérez, G., y Gómez Galindo, A. (2020). The self-regulation of teleological thinking in natural selection learning. *Evolution Education & Outreach, 13*(6).
<https://doi.org/10.1186/s12052-020-00120-0>
- González Galli, L., Pérez, G., Cupo, B., y Alegre, C. (2022). Revisión y revalorización del concepto de obstáculo epistemológico para la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Ciência & Educação, 28*, e22040.
<https://doi.org/10.1590/1516-731320220040>
- Greenacre, M. (2008). *La práctica del análisis de correspondencia*. Fundación BBVA.
- Ho Chan, K., Xu, L., Cooper, R., Berry, A., y van Driel, J.H. (2020). Teacher noticing in science education: do you see what I see? *Studies in Science Education*.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755803>
- Hughes, J., Hong, Y., Shi, Y., y Hsiao, K-H. (2020). Preservice and in-service teachers' pedagogical reasoning underlying their most-valued technology-supported instructional activities. *Journal of Computer Assisted Learning, 36*(4), 549-568.
<http://doi.org/10.1111/jcal.12425>
- Imbernón, F. (2007). *Diez ideas clave: la formación permanente del profesorado. Nuevas ideas para formar en la innovación y el cambio*. Grao.
- Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Debate.
- Kam Ho Chan, K., Xu, L., Cooper, R., Berry, A., y van Driel, J. (2021). Teacher noticing in science education: do you see what I see? *Studies in Science Education, 57*(1), 1-44.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755803>
- Kavanagh, S., Conrad, J., y Dagogo-Jack, S. (2020). From rote to reasoned: Examining the role of pedagogical reasoning in practice-based teacher education. *Teaching and Teacher Education, 89*, 102991.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102991>
- Keast, S., Panizzon, D., Mitchell, I., Loughran, J., Tham, M., y Rutherford, L. (2017). Routes into student engagement as part of the pedagogical reasoning of teachers. *Formiga/MG, 12*(2), 278-283.
- Korthagen, F. y Vasalos, A. (2010). Going to the core: deeping reflection by connecting reflection by connecting the person to the profession. En N. Lyons (Ed.), *Handbook of Reflection and Reflective inquiry: mapping a way of knowing for professional reflective inquiry* (pp. 529-552). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-0-387-85744-2>

- Loughran, J. (2019). Pedagogical reasoning: the foundation of the professional knowledge of teaching. *Teacher and Teaching*, 25(5), 523-535.
<http://doi.org/10.1080/13540602.2019.1633294>
- Marathe, A. y Sen, A. (2021). Empathetic reflection: reflecting with emotion. *Reflective Practice*, 22(4), 566-574.
<https://doi.org/10.1080/14623943.2021.1927693>
- Mena, J., Hennissen, P., y Loughran, J. (2017). Developing pre-service teachers' professional knowledge of teaching: The influence of mentoring. *Teaching and Teacher Education*, 66, 47-59.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.03.024>
- Miller, K. (2011). Situation awareness in teaching: what educators can learn from video-based research in other field. En M. Sherin, V. Jacobs y R. Phillip (eds.), *Mathematics teacher noticing: seeing through teachers' eyes* (pp. 51-65). Routledge.
- Ministerio de Educación (2021). Estándares de la profesión docente – Marco para la Buena Enseñanza. CPEIP. <https://estandaresdocentes.mineduc.cl/Categoria-p/mbe/>
- OECD (2020). TALIS 2018 Results (volumen II): *Teachers and School Leaders as Valued Professional*, Talis, OECD Publishing, Paris.
<https://doi.org/10.1787/19cf08df-en>
- Orgaványi-Gajdos, J. (2016). *Teachers' professional development on problem solving. Theory and practice for teachers and teacher educators*. Sense Publisher.
- Pilous, R., Leuders, T. y Rüede, C. (2023). Novice and expert teachers' use of content-related knowledge during pedagogical reasoning. *Teaching and Teacher Education*, 129, 104149.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104149>
- Pozo, J. (2014). *Psicología del aprendizaje humano. Adquisición de conocimiento y cambio conceptual*. Morata.
- Ravanal, E., Díaz, C., y González Galli, L. (2024). *Rúbrica analítica*. [archivo PDF] https://figshare.com/articles/dataset/Rubrica_art_culo_Ravanal_et_al_2024_pdf/25587450
- Ravanal, E., López-Cortés, F., Amórtegui, E., y Joglar, C. (2021). Preocupaciones docentes y las etapas de desarrollo de profesores chilenos de Biología. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 20(42), 213-232.
<http://dx.doi.org/10.21703/rexe.20212042ravanal13>
- Rosengren, K., Brem, S., Evans, E., y Sinatra, G. (Eds.). (2012). *Evolution Challenges: Integrating research and practice in teaching and learning about evolution*. Oxford University Press.
- Rozenszajn, R., Snapir, Z., y Machluf, Y. (2019). Professional learning and development of two groups of pre-service teachers with different scientific knowledge bases and different teaching training in the course of their studies. *Studies in Educational Evaluation*, 61, 123-137.
<http://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.03.007>
- Schäfer, S. y Seidel, T. (2015). Noticing and reasoning of teaching and learning components by pre-service teachers. *Journal for Educational Research Online*, 7(2), 34-58.
- Shulman, L. (1998). Theory, Practice, and Education of Professionals. *The Elementary School Journal*, 98(5), 511-526.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Smith, M. (2010). Current Status of Research in teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. *Science and Education*, 19, 523-538.
<https://doi.org/10.1007/s11191-009-9215-5>

- Stender, A., Brückmann, M., y Neuman, K. (2017). Transformation of topic-specific professional knowledge into personal pedagogical content knowledge through lesson planning. *International Journal of Science Education*, 39(12), 1690-1714.
<http://doi.org/10.1080/09500693.2017.1351645>
- Van Es, E. y Sherin, M. (2002). Learning to Notice: scaffolding new teachers' interpretations of classroom interaction. *Journal Technology and Teacher Education*, 10(4), 571-596. <https://www.learntechlib.org/primary/p/9171/>
- Van Velzen, J. (2015). Are students intentionally using self-reflection to improve how they learn? Conceptualizing self-induced self-reflective thinking. *Reflective Practice*, 16(4), 522-533.
<https://doi.org/10.1080/14623943.2015.1064378>
- Zaragoza, A., Seidel, T., y Hiebert, J. (2021). Exploring preservice teachers' abilities to connect professional knowledge with lesson planning and observation. *European Journal of Teacher Education*, 47(1), 120-139.
<https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1996558>

The Reasoning of Biology Teachers about the Teleological Epistemological Obstacle

Eduardo Ravanal Moreno
Facultad de Educación, Universidad Santo Tomás, Chile
luisravanal@santotomas.cl

Camila Díaz Ramírez
Facultad de Educación, Universidad Alberto Hurtado, Chile
camilaandread@gmail.com

Leonardo González Galli
Consejo Nacional de Investigación Científica y Técnicas (CONICET). Buenos Aires. Argentina. Instituto de investigaciones CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Argentina
leomgalli@gmail.com

Teaching science entails facing a daily uncertain and multifaceted scenario that demands professional flexibility, as well as the ability to engage in deep thought processes to understand that teaching actions are linked to underlying purposes. In this context, pedagogical reasoning is considered a professionalization tool for building grounded teaching practices. This study used a quantitative analysis to examine and characterize the pedagogical reasoning of 32 in-service Biology teachers, taking into account their teaching experience. Each participant responded to a questionnaire titled: «Teacher thinking about the teaching of the evolution of living beings», which presented a hypothetical situation that involved the epistemological obstacle (EO) of teleological learning for the topic of evolution. The choice of this specific content is based upon the fact that teleological thinking constitutes one of the main obstacles associated with learning evolutionary biology models. Therefore, the extent to which teachers manage to identify and, in some way, have in mind this obstacle is a good indicator regarding the characterization of the pedagogical thinking of Biology teachers. Based on this situation, teachers proposed teaching procedures, predictions, and justifications. Using an analytic rubric, the analysis categories were evaluated and weighted, including: identification, teaching procedures, predictions, and justification. The data obtained on pedagogical reasoning and teaching experience for each category were analyzed using a simple correspondence analysis, with the aim of exploring possible relationships between these variables. One of the findings was the tendency of teachers to justify their teaching approaches based on the specific content of evolution. Additionally, it was observed that the characteristics of pedagogical reasoning regarding the teleological learning obstacle differed between novice teachers and those with more experience. The former tended to be more perceptive than the latter, despite reporting less experience in teaching the topic. This supports our hypothesis that distinct experiences related to teaching a specific topic influence pedagogical reasoning, especially in the ability to identify teleological learning obstacles. In this work, we discuss some hypotheses that could explain these results: *a)* initial teacher training may have included the EO as an object of analysis only in recent years, *b)* continuous professional development programs have not adequately addressed the issue of EO, and *c)* the quality of pedagogical knowledge about a specific content is not simply associated with the teacher's general expertise, but rather with an experience specifically related to the subject in question. Far from offering a complete and well-founded explanation of our findings, these hypotheses rather point to future research directions to advance in the understanding of the nature of teachers' pedagogical knowledge and the factors that shape it. In summary, this study highlights the value of pedagogical reasoning as a tool for teacher professionalization, as it allows understanding the implicit personal and professional aspects that influence teachers' thinking about the teaching of biological evolution.

