



## Principios de complejidad para la planificación de contenidos y objetivos de unidades didácticas

- Principles of Complexity for Planning Contents and Objectives in Teaching and Learning Sequences
- Princípios de complexidade para o planejamento de conteúdos e objetivos de ensino em seqüências de ensino e aprendizagem

### Resumen

En este artículo de investigación buscamos responder a la pregunta de cómo podemos reconocer e incorporar los principios del paradigma de la complejidad de Edgar Morin en algunos elementos de la planificación de la enseñanza. Luego de reconocer la importancia de un rol activo y mediador del profesorado en el diseño de unidades didácticas, tomamos los principios de la complejidad (dialógico, hologramático y recursivo) para relacionarlos con dos elementos básicos del diseño de unidades didácticas: los contenidos y los objetivos. Para ello, vinculamos estas categorías con una perspectiva de la enseñanza de las ciencias culturalmente sensible y la integración de los dominios cognitivo y afectivo, proponiendo crear zonas de interacción entre los sistemas de conocimiento tradicional y académico y superando la dicotomía razón-afectividad. Para lo anterior, Aportamos para ello aportamos fundamentos, análisis y ejemplos que esperamos puedan contribuir a la formación inicial y continua del profesorado.

### Palabras clave

dominio afectivo; domino cognitivo; diseño didáctico; interculturalidad; principios de complejidad; secuencias de enseñanza

### Abstract

In this paper, we seek to answer the question of how we can recognize and incorporate the principles of Edgar Morin's complexity paradigm in some elements of teaching planning. After recognizing the importance of an active and mediating role of teachers in the design of didactic units, we take the principles of complexity (dialogic, hologrammatic, and recursive) to relate them to two basic elements of the design of teaching didactic units: contents and objectives. To this end, we link these categories with a culturally sensitive perspective of science teaching and the integration of cognitive and affective domains, proposing to

Gonzalo M. A. Bermúdez\*   
María Emilia Ottogalli\*\* 

\* Doctor en Ciencias Biológicas. Profesor titular e investigador, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Cátedra de Didáctica General y Especial conicet (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Córdoba-Argentina. [gbermudez@unc.edu.ar](mailto:gbermudez@unc.edu.ar)

\*\* Profesora, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (conicet). [emilia.ottogalli@unc.edu.ar](mailto:emilia.ottogalli@unc.edu.ar)



create zones of interaction between traditional and academic knowledge systems and overcoming the dichotomy of reason and affectivity. For this purpose, we provide foundations, analyses, and examples that we hope they may contribute to the initial and ongoing teachers' training.

#### Keywords

affective domain; cognitive domain; didactic design; interculturality; principles of complexity; teaching sequences

#### Resumo

Neste documento, procuramos responder à questão de como podemos reconhecer e incorporar os princípios do paradigma da complexidade de Edgar Morin em alguns elementos do planejamento do ensino. Após reconhecer a importância de um papel ativo e mediador dos professores na concepção de unidades didáticas, tomamos os princípios da complexidade (dialógica, hologramática e recursiva) para relacioná-los a dois elementos básicos da concepção de unidades didáticas: conteúdos e objetivos. Para tanto, associamos estas categorias a uma perspectiva culturalmente sensível da educação científica e da integração dos domínios cognitivos e afetivos, propondo a criação de zonas de interação entre os sistemas de conhecimento tradicionais e acadêmicos e a superação da dicotomia razão-afetividade. Para isso, fornecemos fundamentos, análises e exemplos que esperamos que possam contribuir para a formação inicial e contínua dos professores.

#### Palavras-chave

domínio cognitivo; domínio afetivo; design didático; interculturalidade; princípios de complexidade; seqüências de ensino

## Introducción

La didáctica es una disciplina que se constituye como saber al volver los problemas que plantean las prácticas de enseñanza un objeto de reflexión. Así, la didáctica buscará resolver los problemas esenciales de la educación mediante, entre otros, según Camilloni (2015, p. 22), “el diseño y evaluación de proyectos de enseñanza [...], implementación y evaluación de decisiones de diseño y desarrollo curricular, de programación didáctica, de estrategias de enseñanza, de configuración de ambientes de aprendizaje y de situaciones didácticas”.

Si bien el conocimiento construido por la didáctica es genérico y pretende abarcar todas las instancias donde se manifiesta la transmisión cultural en contextos institucionalizados escolares, el discurso normativo de la disciplina necesita ser reelaborado por profesores particulares en función de los actores, interpretando, traduciendo y acomodando una teoría de estas características a necesidades específicas (Camilloni, 2015). Así comprendida, la didáctica no prescribe las prácticas de enseñanza, sino que se vuelve una herramienta para orientar las decisiones y los juicios que el profesorado adopta en escenarios áulicos singulares.

En este camino, algunas contribuciones han considerado la inclusión de la complejidad en la educación, superando la noción cotidiana por la que se la asocia con un mayor grado de dificultad (Calafell Subirá y Banqué Martínez, 2017), al visitar los alcances del pensamiento de E. Morin para la educación ambiental y la enseñanza de las ciencias naturales (Bonil *et al.*, 2004; Calafell Subirá y Banqué Martínez, 2017; García, 2020; Izquierdo *et al.*, 2004). Sin embargo, no reconocemos a la fecha la existencia de abordajes acerca de la complejidad como perspectiva para elementos de la planificación de la enseñan-

za en unidades didácticas (UD), tales como los contenidos y objetivos. De esta manera, inscriptos en una perspectiva que recupera aportes de la didáctica general sobre programación (Feldman, 2010) y de la didáctica de las ciencias naturales (Picco y Cordero, 2020), nos preguntamos cómo podemos reconocer e incorporar los principios del paradigma de la complejidad en algunos elementos de la planificación de la enseñanza. Para esto, en primer lugar, conceptualizamos el diseño de unidades didácticas según el rol principal que entendemos tiene el profesorado. Luego, describimos los principios de la complejidad y los relacionamos con procesos didácticos, el conocimiento didáctico del profesorado y, específicamente, el diseño de UD. Esto último es desarrollado para dos categorías (la interculturalidad y el dominio afectivo y cognitivo), que relacionamos con dos elementos básicos del diseño de UD: la formulación de *contenidos* (con la interculturalidad) y de *objetivos* (expectativas de logro del estudiantado con el dominio afectivo y cognitivo). Finalmente, reflexionamos sobre el rol del profesorado para una enseñanza de las ciencias culturalmente sensible y que supere la dicotomía razón-emoción.

## El diseño de unidades didácticas y el rol del profesorado

La investigación que tiene por objeto diseñar y poner a prueba unidades didácticas (UD) —o secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) para la literatura anglosajona— viene aportando hace treinta años (Psillos, 2015) a la forma de conceptualizarlas, la cantidad y naturaleza de los elementos que la constituyen y los criterios considerados para su diseño (García-Martínez *et al.*, 2018). Ya que podemos afirmar que la elaboración UD representa un saber fundamental del profesorado

(Caamaño, 2013; García-Martínez *et al.*, 2018), su estudio constituye una oportunidad inestimable para promover la dialéctica teoría-práctica.

De acuerdo con Couso (2013), el diseño de cualquier situación de enseñanza y aprendizaje en la didáctica de las ciencias involucra, de forma explícita o implícita, el tratamiento de tres aspectos interrelacionados: el qué, el para qué y el cómo enseñar (y aprender, en el caso de las y los estudiantes). Según Pujalte (2015), las UD son planes de acción constituidos por una o más secuencias didácticas, con actividades en función de los diferentes objetivos de aprendizaje, en relación directa con contenidos tanto disciplinares como metadisciplinares, que el profesorado somete a un proceso continuo de metaevaluación y resignificación, lo que le imprime su propia dinámica. Las UD son entendidas como un sistema que relaciona actores en función de una propuesta singular, explicitada en decisiones coherentes e interdependientes sobre los objetivos, contenidos, evaluaciones, etc. (García-Martínez *et al.*, 2018).

El rol del profesorado en la elaboración de estas UD no ha sido siempre el mismo que entendemos tiene hoy. Hace pocos años se creía que la mayoría de las y los profesores no podían llevar a cabo la actividad de planificar unidades didácticas, sino que, relegados a desempeñar un rol técnico, aplicaban diseños elaborados por especialistas que especificaban con minuciosidad qué se debía enseñar y cómo. Sin embargo, en las últimas décadas, la influencia de la obra de Schön (1992) en la forma de comprender la profesión docente produce un giro que reivindica para el profesorado la potestad de reflexión e investigación de la propia práctica, lo que se vio acompañado de un discurso curricular, asimismo, renovado desde una perspectiva crítica (Cols, 2015b). Confluyeron también las miradas críticas de la didáctica, el currículo y la sociología de la educación, desde las que se propone una revisión de la agenda clásica de la didáctica general, centrada en objetivos, contenidos, actividades y evaluación, e incorporar en un nuevo programa la dimensión política y pedagógica de la enseñanza (Edelstein, 2007). En este contexto, Díaz Barriga (2009) afirma que “cada maestro debe construir las formas de trabajo [...] [ya que es] quien asume la responsabilidad profesional de tomar y construir decisiones de aula” (p. 12).

## La complejidad y su inclusión como fundamento para la formación en y la educación en ciencias

Etimológicamente, el término complejidad refiere a reconocer algo como la síntesis o integración de opuestos relacionados (Calafell Subirá y Banqué Martínez, 2017). A lo largo del siglo xx, de acuerdo con Bonil *et al.* (2004), el concepto de complejidad se integró prácticamente en todos los ámbitos como un verdadero paradigma, cuyas primeras referencias provienen de E. Morin. Este autor define tres principios de complejidad que ofrecen una visión del mundo como entidades relacionadas en sistemas con estructura propia, entre los cuales existen permanentes flujos e intercambios. El principio *dialógico* sostiene

la complementariedad de lo antagónico; el *recursivo*, contra de la simplificación de causa-efecto, reconoce que una causa motiva un efecto y este, a su vez, actúa sobre la causa; y, por último, el *hologramático* establece que las partes están dentro del todo y éste, a su vez, en cada una de las partes (Morin, 2006).

Desde nuestra postura, el proceso por el que los saberes docentes se movilizan para el diseño de una UD sigue los principios de la complejidad, poniendo en juego un saber profesional (*Conocimiento Profesional del Profesor, CPP*) requerido para la enseñanza. Dentro de este saber base del profesorado, destacamos al Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC del inglés *Pedagogical Content Knowledge [PCK]*), que corresponde a un saber propio y diferenciador del quehacer de otros profesionales, caracterizado por ser dinámico, sistémico, integrador y práctico (Ravanal y Lopez Cortez, 2016). De acuerdo con la expresión gráfica del modelo descrito por Carlson y Daehler (2019), existen diferentes dimensiones del CDC, comprendidas por un CDC *colectivo* que engloba a uno *personal* del cual forma parte el CDC *en acción*. Esto, a nuestro entender, expresa el principio por el que las partes están en el todo y viceversa (*hologramático*). A su vez, estas dimensiones interactúan y se retroalimentan constantemente a lo largo de la trayectoria profesional de un/a docente, poniendo de manifiesto el principio *recursivo*. Así, las experiencias personales obtenidas de la acción didáctica (CDC *en acción*) brindan una retroalimentación que tensiona y moldea el CDC *personal*, el que, a través de conversaciones e intercambios con colegas, contribuye a conformar el CDC *colectivo*. En ello, evidenciamos que el principio *dialógico* sintetiza los diferentes contextos de expresión y generación del CDC, a la vez que el *recursivo* es el que los moviliza.

Por otro lado, en el ámbito de la educación en ciencias, el paradigma de la complejidad constituye un punto de encuentro para el diálogo entre valores éticos y epistémicos, una forma de pensar sobre el mundo y un modelo de acción transformador de la realidad (Bonil *et al.*, 2004). Según Estrada (2020), Morin invita a enfrentar la incertidumbre en el sistema educativo a través de nuevas formas que vinculen la enseñanza y el aprendizaje de manera sistémica, crítica y transdisciplinar, sin olvidar la ética y los valores. Por su parte, revisando los vínculos entre la complejidad y la ciencia escolar, Izquierdo *et al.* (2004) propusieron la incorporación de una perspectiva *dialógica, sistémica y hologramática* considerando los objetos de estudio como fenómenos de múltiples causas y efectos, en interacción y constante dinamismo, etc., por ejemplo, en torno a las nociones de medio interno y externo en los organismos, y lo macro y lo microscópico en los niveles de organización.

En esta misma línea, reconocemos que la misma disciplina didáctica podría ser vista a la luz del principio *dialógico* al reconocer las tensiones entre la didáctica general y la de las ciencias naturales e, incluso, lo que genera fricción dentro de la propia didáctica, como los tópicos que integran su agenda clásica y los que se pretenden instalar en una nueva (Picco y Cordero, 2020). En este sentido, si bien la didáctica se ocupó tradicionalmente de categorías como las expectativas de logro del estudiantado, los conocimientos a ser enseñados y las formas de hacerlo, “entendemos que [...] resulta ineludible considerar la problemática de los objetivos, los contenidos, las actividades, los aspectos metodológicos, la evaluación” (Edelstein, 2007, p. 52), como algo inacabado.

Desde nuestra postura, estos elementos básicos de la programación didáctica también

expresan los principios de la complejidad. Lo *dialógico* actúa pretendiendo articular coherentemente las fases preactiva (de diseño), interactiva (desarrollo de la propuesta con el estudiantado) y postactiva (análisis de lo sucedido: reflexión en acción y sobre la acción) de la enseñanza (figura 1) (Basabe y Cols, 2015). Además, enriquece la mirada sobre el entendimiento de las relaciones (no causales) entre los procesos de enseñanza y aprendizaje; es decir, de incidencia entre fenómenos sociales e intencionales (enseñanza) con otros individuales, mentales e internos (aprendizaje) (Basabe y Cols, 2015). A la vez, esta mirada pone en diálogo la incertidumbre e inmediatez en las que numerosas variables de las situaciones didácticas cambian y adquieren valores particulares en la etapa activa con la previsión, anticipación e hipótesis de trabajo, de los diseños didácticos. No menos importante es la conciliación que el principio *dialógico* nos propone en cuanto a lo explícito y oculto del currículum que, en su polisemia, abarca desde lo reconocido y escrito hasta el conjunto de experiencias formativas, como realidad socializadora que incluye lo no dicho ni formalmente reconocido (Picco y Cordero, 2020).

Siguiendo con el principio *hologramático*, cada elemento o componente (objetivos, contenidos, etc.) se ubica en relación con la UD como un todo, al proyecto curricular, al educativo-pedagógico y cada secuencia didáctica dentro de la UD, impregnando cada una de las partes con los fundamentos del proyecto pedagógico-didáctico, y viceversa. Encontramos útil, para expresar estas vinculaciones hologramáticas, las nociones de niveles de concreción curricular, transposición didáctica y teoría antropológica de lo didáctico.

El principio *recursivo* se plasma, en la etapa preactiva, en la no linealidad del proceso de diseño didáctico (tanto en términos ideacionales como de la práctica de la escritura), en donde un objetivo influye en configuración de una actividad, a la vez que esta permite redefinir el objetivo y contenido hasta imbricarse fuertemente, y así sucesivamente con los otros elementos de la UD. De manera similar, esta idea de *bucle recursivo* determina que las decisiones que se toman sobre la marcha en la etapa activa incidan en los elementos del diseño, adecuándose a las necesidades que plantea la práctica de la enseñanza (figura 1).

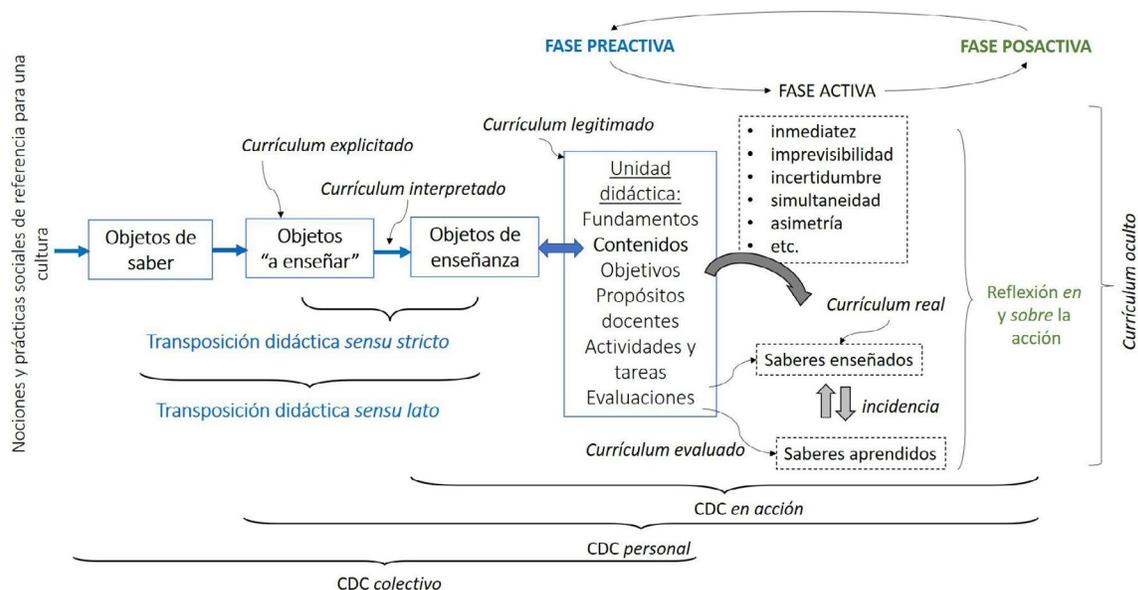


Figura 1. Representación del proceso de transposición didáctica, tipos de currículum y conocimientos didácticos del contenido (CDC) involucrados en las fases de la enseñanza

Fuente: elaboración propia.

Por último, coincidimos con Edelstein (2007) en subrayar la necesidad de “incorporar un interjuego categorial de mayor complejidad [...], [que] cobrará significado en tanto sea utilizado con pertinencia según las realidades específicas y la necesaria apertura y flexibilidad de pensamiento” (p. 52). Para ello, la autora retoma la idea de multirreferencialidad para abordar prácticas, hechos y fenómenos educativos desde una lectura plural, multiangular y desde puntos de referencia diferentes, lo que se vincula con el desarrollo de una noción de complejidad. Con base en este enfoque y posicionamiento, a continuación, profundizaremos a modo de propuesta la incorporación de la complejidad como *panóptico* en algunos elementos del diseño de las UD, pensándolas como sistemas formados por varios elementos que no se pueden ver de forma aislada, sino que se relacionan, articulan y crean interdependencia (García-Martínez *et al.*, 2018).

## Los contenidos (objetos de enseñanza) de una UD: hacia una enseñanza culturalmente sensible

### Los contenidos para la didáctica

Al recuperar parte de la historia del currículo y la didáctica, la selección y secuenciación de los contenidos también fue motivo de una perspectiva racional y técnica que se centró en el trabajo de expertos con el saber para identificar y programar objetos de enseñanza, considerando a los diseños como modelos de la práctica (Cols, 2015b; Díaz Barriga, 2003). La ruptura con los enfoques técnicos acerca de la acción docente y del currículo se fue consolidando desde la década de 1970, junto con la valorización de las perspectivas prácticas y críticas. Por ejemplo, desde las investigaciones en sociología de la educación, el término “contenido” refiere no solo a lo explicitado en documentos curriculares y diseños didácticos,

sino también, desde un principio *dialógico* entre las fases preactiva, interactiva y postactiva, a elementos “que sólo pueden reconstruirse a través del análisis de las prácticas educativas en el seno de las instituciones” (Cols, 2015b, p. 101). Sin embargo, desde la programación didáctica, el contenido suele asumir un alcance más restringido; es decir, se circunscribe a lo que se tiene intención de enseñar, para lo cual se planifica (Feldman, 2010). Independientemente de la postura anterior, los contenidos constituyen un problema para la didáctica de las ciencias y para los que se han de tomar decisiones. Con base en esta premisa, consideramos que pensar los contenidos renueva su importancia cuando entra en diálogo con los diferentes sistemas de conocimiento.

## La complejidad y la perspectiva intercultural

La educación en ciencias ha considerado tradicionalmente al conocimiento científico como el sistema de referencia privilegiado, desconociendo o negando otras visiones del mundo en el proceso de desarrollo curricular y de transposición. Sin embargo, desde la perspectiva intercultural se reconoce a la cultura como un sistema de significados, lo que implica tener en cuenta distintas formas de enunciar y aproximarse a la realidad, entre las que la ciencia es solo una opción. Así, los conocimientos científicos, cotidianos y tradicionales pueden considerarse epistemes diferentes que, basadas en tipos de racionalidad y en formas de conocer y de producir conocimiento útil (Andrade y Mojica, 2013), entran en un territorio de negociación y cruce de fronteras entre cada cultura: las aulas (Pérez Mesa, 2019; Robles-Piñeros *et al.*, 2020).

Considerando el *principio dialógico* de la complejidad, término también empleado desde la perspectiva intercultural, Valladares Riveroll (2011) resalta que la educación científica debería basarse en una perspectiva pluralista del conocimiento. Este modelo permitiría validar los sistemas de conocimiento de diferentes comunidades, en una aproximación dialógica que, como interacción comunicativa con lo diferente, resulta en la transformación de identidades y prácticas. Así, el saber emergente del diálogo intercultural, más que “una amalgama que deriva del sincretismo o la síntesis de varios elementos tomados de diferentes perspectivas, [...] [representa] una reconstrucción y reinención de cada una de las perspectivas de los agentes en diálogo, a partir de los elementos de los otros” (Valladares Riveroll, 2011, p. 129). En esta línea, Robles-Piñeros *et al.* (2020 y referencias allí citadas) destacan que en la educación científica intercultural actual se han de superar algunos obstáculos para incorporar los conocimientos y marcos alternativos del estudiantado a través de propuestas que sean culturalmente sensibles. Por ejemplo, las visiones *optimistas* o sobresimplificadoras de la incorporación del acervo de conocimientos tradicionales (como el *conocimiento ecológico tradicional*, *CET*) en las clases de ciencias, que solo buscan comprobar su utilidad frente al conocimiento académico (ecológico, *CAE*).

Por el contrario, la apuesta desde la perspectiva intercultural está en identificar y explorar las superposiciones parciales entre sistemas de conocimiento (CET y CAE, por ejemplo, pero también existen conocimientos etnobiológicos, etnomatemáticos, etc.) para un compromiso consciente y críticamente reflexivo con la educación científica en una dimensión epistemológica, ontológica y axiológica (Robles-Piñeros *et al.*, 2020). Pérez Mesa (2019) agrega que una enseñanza de las ciencias culturalmente sensible implica al profesorado para reconocer al otro desde sus cosmovisiones e intereses y, a la vez, promover una apertura epistemológica a intercambios de conocimientos que no ponen en el centro el pensamiento científico occidental. En este contexto, entre algunos buenos ejemplos de diálogo intercultural, encontramos el reconocimiento de relaciones interespecíficas positivas entre un rastrojo (“mato”) y cultivos de mandioca y maíz; las tríadas agrícolas como la milpa, en donde se asocian maíz, frijoles y calabazas, entre otras especies (Robles-Piñeros *et al.*, 2020); las clasificaciones de insectos (Robles-Piñeros *et al.*, 2020) y mamíferos acuáticos (Rodríguez *et al.*, 2022); y las propiedades medicinales de las plantas (Pérez-Rincón y Reyes-Roncancio, 2020).

## Los contenidos como amplitud, extensión y demandas cognitivas

Consideramos oportuno retomar el modelo de progresión curricular de Adey (1997) para analizar y proponer la complejidad de los contenidos de una UD en tres dimensiones, a la vez integrando los sistemas de conocimiento científico y tradicional (figura 2). A estos sistemas los reconocemos anclados en diferentes epistemes (por ejemplo, CAE y CET), independientemente de que hayan experimentado el proceso de *contenidización*. Para cada epis-

teme podrían plantearse las tres dimensiones de progresión.

La dimensión *amplitud* indica la gama o rango de temas diferentes que pueden ser agrupados, en mayor o menor grado, en asignaturas o núcleos temáticos en función de —en clave intercultural— cada sistema de conocimiento, respondiendo a cuestiones epistemológicas, ontológicas y axiológicas propias. La *extensión* refiere a cuántos conocimientos se enseñan para cada tópico de la amplitud de cada episteme, por ejemplo, el tipo y cantidad de ejemplos, datos, conceptos, experiencias, clasificaciones, etc. La tercera dimensión en juego, llamada por Adey (1997) *complejidad conceptual*, articula con fundamentos psicológicos del aprendizaje al expresarse como etapas del desarrollo de la inteligencia (por ejemplo, en el paso de las operaciones concretas a las formales de J. Piaget) o clasificaciones sobre tipos de pensamiento como, por ejemplo, los de orden superior de L. Resnick, etc.

A la dimensión *complejidad conceptual* de Adey (1997), dada su naturaleza psicológica, optamos por denominarla *demanda cognoscitiva*. Poner el foco en estas últimas habilita a considerar unidades de análisis más pequeñas y situadas que la progresión de un mapa curricular (plan de estudios) y, además, a especificar niveles de pensamiento que la resolución de una tarea o actividad específica supondría como desafío al estudiantado de acuerdo con cierto modelo. Estos modelos pueden ser el mismo pensamiento concreto o formal piagetiano al que refiere Adey (1997), la taxonomía de *dominio cognitivo* de B. Bloom (ver apartado “Los objetivos”) o los niveles o categorías de *profundidad del conocimiento* (*depth of knowledge*) de Webb (1997), que van desde el nivel más básico hasta el más elaborado: *memorístico* (evidencia conoci-

miento en forma idéntica o similar a como lo aprendido, recuerda, memoriza), de *procesamiento* (implica razonamiento mental básico como interpretar una gráfica o resolver problema rutinario), *estratégico* (establecimiento y justificación de conjeturas, desarrollo de argumentos, resuelve problemas y generaliza) y *extendido* (conocimiento puesto en juego en contextos más amplios a los originales, como la aplicación de un modelo o la realización de una indagación) (Ramos Palacios y Casas García, 2018).

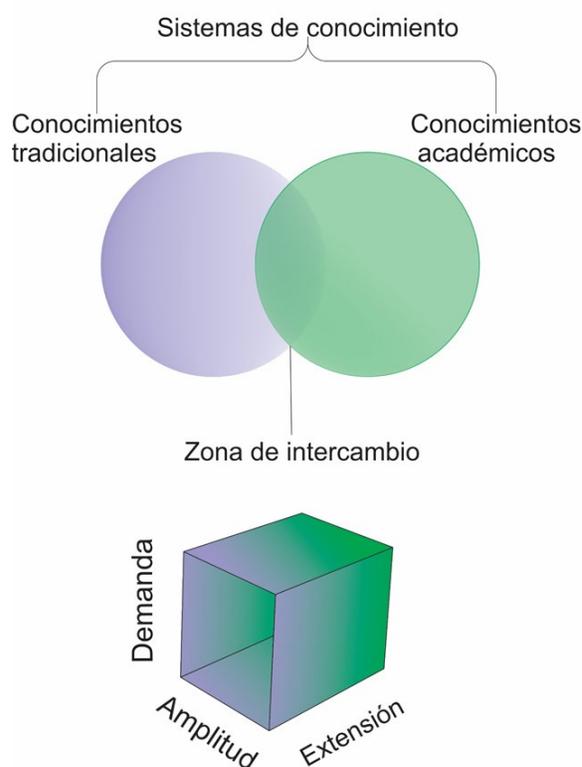


Figura 2. Representación de la zona de intercambio entre sistemas de conocimiento buscada para una enseñanza de las ciencias culturalmente sensible

Nota. Se consideran tres dimensiones de los contenidos de la ud desde cada sistema (amplitud, extensión y demanda cognitiva, basado en Adey, 1997).

Fuente: elaboración propia (Basada en Robles-Piñeros et al., 2020).

Así, mientras desde cada sistema de conocimiento partimos sin jerarquías en tres dimensiones desde las demandas, amplitud y extensión, el cubo de la figura 2 muestra que los colores se difuminan hacia el centro donde se encuentra la *zona de interacción*, que representa la apuesta de una educación en ciencias culturalmente sensible. Por último, las demandas cognoscitivas podrían integrarse desde el dominio afectivo, por ejemplo, articulando emociones y sentimientos que generen condiciones apropiadas en los escenarios de aprendizaje y movilicen al estudiantado hacia una comprensión conjunta de significados (ver apartado “Los objetivos”).

## Ejemplos de contenidos para una zona de interacción entre CET y CAE

En clave propositiva, en la figura 3 presentamos contenidos para una zona de interacción entre CET y CAE basada en Robles-Piñeros *et al.* (2020), en la que, para las demandas cognoscitivas establecidas por la profundidad de conocimiento de Webb (1997), la amplitud y extensión indican zonas de interacción en las que es posible encontrar puntos de *convergencia* y *divergencia* entre los sistemas de conocimiento. Sobre las primeras, tal como señalan Robles-Piñeros *et al.* (2020), el CAE ha demostrado la importancia del uso de especies acompañantes en los cultivos y el aumento de los polinizadores (interacciones), debido al aumento de la diversidad como un proceso de beneficio mutuo (simbiosis), además

de la protección del suelo (estructura, fertilidad, humedad) y del cultivo debido al sombreado y la cobertura vegetal. Sin embargo, desde la divergencia, surgen tensiones entre CET y CAE sobre los paradigmas de desarrollo económico, al menos en la agricultura convencional, ya que, como también expresan los autores, desde los fundamentos académicos de la agricultura sustentable, agroecología y disciplinas ligadas a la biodiversidad (CAE) también se valoran las estrategias de control biológico y la reducción en el uso de agroquímicos. Por último, aunque la amplitud 3 de la demanda de pensamiento expandido explicita la vinculación entre sistemas de conocimiento, ya que se la considera una habilidad de metacognición o extensión a diferentes contextos de saber, la interacción entre CAE y CET puede darse desde demandas menos profundas para el aprendizaje.

Demandas	Zona de interacción entre CET y CAE Amplitud → extensión
Para un aprendizaje: memorístico	Amplitud 1: Relaciones rastrojo y cultivo → Mención de la planta que se siembra junto a la mandioca y maíz  Amplitud 2: Expresión de los beneficios de las prácticas de cultivo en relatos familiares → El suelo “no se cansa”, la mandioca no queda “bichada”, etc.
de procesamiento	Amplitud 1: Identificación de relaciones entre organismos en los cultivos → Relaciones buscadas (mato y mandioca) y no deseadas (plagas)  Amplitud 2: Agrupamiento de las expresiones que justifican prácticas de asociación entre especies → Beneficios en el suelo para futuras siembras, en la calidad de la cosecha por las altas temperaturas, etc.
estratégico	Amplitud 1: Clasificación y ejemplificación de relaciones intra e interespecíficas en los ecosistemas → positivas, negativas, neutras  Amplitud 2: Resolución de problemas sobre las nociones de relaciones entre especies → Consecuencias ambientales y culturales de decisiones de manejo
extendido	Amplitud 1: Indagación sobre las prácticas de cultivo tradicionales y convencionales, y las asociaciones entre especies que se reconocen y fomentan → Diseño e implementación de entrevistas a agricultores, análisis categorial de respuestas, procesamiento y expresión de resultados en informes  Amplitud 2: Análisis y reflexión sobre el desarrollo agrícola nacional y global → Argumentación sobre la expansión de la frontera agrícola, la erosión y pérdida de la diversidad biocultural, el CET y su influencia en prácticas actuales de cultivo no convencionales  Amplitud 3: Valoración de los sistemas de conocimiento, sus criterios de producción y validación en torno al cultivo de vegetales y otras prácticas alimentarias → Análisis de los puntos de intercambio entre epistemes e identificación de las convergencias y divergencias para los cultivos de plantas

Figura 3. Contenidos para una zona de interacción entre CET y CAE

Fuente: elaboración propia, basada en Robles-Piñeros *et al.*, 2020.

## Los objetivos: revisitando el dominio cognitivo y afectivo

### Los objetivos para la didáctica

Desde la perspectiva instrumentalista de la didáctica, el foco en los objetivos instaló una supuesta racionalidad técnica y científica que vertebró la producción curricular en la década de 1960, y cuya máxima expresión fue el *modelo por objetivos* (Cols, 2015b). B. Bloom y colaboradores establecieron una taxonomía para el dominio cognitivo de los aprendizajes esperados en grados de complejidad creciente, en el marco de una “pedagogía por objetivos” (Cols, 2015b, p. 85). Ocho años más tarde, los autores publicaron el segundo volumen del manual (*Handbook*), esta vez, dedicado al dominio afectivo (Krathwohl *et al.*, 1964), si bien nunca se concretó el volumen destinado al dominio psicomotor. En la versión original (Krathwohl *et al.*, 1964), la jerarquía de objetivos afectivos era, en orden creciente: tomar conciencia de un fenómeno (atención selectiva), responder activamente al mismo (p. ej. motivación por responder), valoración (desde la aceptación al compromiso), organización (contrastación y resolución de conflictos entre valores) y representación/caracterización (internalización de un sistema de valores que conlleva a un comportamiento consistente y predecible). Díaz Barriga (2015) critica que estas producciones tensionaron las relaciones pedagógicas al pensar que podían separarse los dominios afectivo, cognitivo y psicomotor, lo que impactó tanto en reformas curriculares como en procesos de acreditación áulicos. De hecho, el mismo Bloom y sus colegas reconocieron que era difícil pensar en el dominio afectivo de forma aislada del cognitivo.

Una revisión y reestructuración de la jerarquía cognitiva, realizada más recientemente por parte de los mismos autores (Anderson *et al.*, 2001; Krathwohl, 2002), permitió un abordaje relacional en dos dimensiones simultáneas: *conocimiento* (fáctico, conceptual, procedimental y metacognitivo) y *procesos cognitivos* (recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear) (Krathwohl, 2002). Sin adscribir al modelo de *pedagogía por objetivos* o pretender generar preceptos aplicables a cualquier situación didáctica, en la figura 4 hemos reorganizado estas dos dimensiones en función de la progresión creciente desde *recordar* a *crear* (dimensión procesos cognitivos, 1 a 19) y desde el conocimiento *fáctico* a *metacognitivo* (‘a’ a ‘k’), ya que creemos que representa un aporte a la formación del profesorado como ayuda para orientar la formulación de objetivos. Con este mismo fin, organizamos algunos ejemplos de estas dos dimensiones en la figura 5. Si además consideramos en la dimensión conocimiento a los sistemas o epistemes desarrollados en el apartado de los contenidos (CAE y CET, por ejemplo), estamos integrando los principios de la complejidad para la perspectiva culturalmente sensible, cuya configuración también podría representarse por un cubo con una zona de interacción al centro de los ejes x (procesos cognitivos), y (conocimientos académicos, CAE), z (conocimientos tradicionales, CET).

			(Sistemas de) Conocimiento			
			Fático	Conceptual	Procedimental	Metacognitivo
			b. Detalles específicos y elementos	e. Teorías, modelos y estructuras	h. Criterios para uso de procedimientos apropiados	k. Autoconocimiento
			a. Terminología	d. Principios y generalizaciones	g. Métodos y técnicas	j. Tareas cognitivas, del contexto y condiciones
				c. Clasificaciones y categorías	f. Habilidades y algoritmos específicos	i. Conocimiento estratégico
Procesos cognitivos	Crear	19.Producir 18.Planear 17.Generar				
	Evaluar	16.Criticar 15.Chequear				
	Analizar	14.Atribuir 13.Organizar 12.Diferenciar				
	Aplicar	11.Implementar 10.Ejecutar				
	Comprender	9.Explicar 8.Comparar 7.Inferir 6.Sintetizar 5.Clasificar 4.Ejemplificar 3.Interpretar				
	Recordar	2.Nombrar 1.Reconocer				

Figura 4. Taxonomía revisada de objetivos según las dimensiones de los procesos cognitivos y los conocimientos involucrados

Fuente: elaboración propia a partir de Krathwohl (2002).

Proceso cognitivo - Conocimiento	Ejemplo de objetivo (Que las y los estudiantes sean capaces de...)
1-a	Reconocer las partes de la célula eucariota en una sopa de letras
2-b	Nombrar al menos tres causas antrópicas de la pérdida de la biodiversidad
9-e	Explicar las relaciones entre el ciclo del carbono, el calentamiento global y el cambio climático
10-g	Llevar a cabo el trasvasado cuantitativo de disoluciones de interés
11-h	Implementar criterios para el muestreo de visitantes florales en una salida de campo
12-e	Diferenciar las justificaciones que se fundamentan en la importancia de la selección natural y las que privilegian el azar
15-h	Evaluar el cumplimiento de los criterios establecidos para las preguntas del ciclo de indagación en un conjunto de ejemplos
17-f	Establecer predicciones en función de las hipótesis involucradas en una actividad experimental realizada de laboratorio
19-k	Escribir una reflexión fundamentada sobre el propio proceso de aprendizaje y cómo se superaron algunos de los obstáculos principales

Figura 5. Ejemplos de la redacción de objetivos para los procesos cognitivos (en orden creciente) y conocimiento académico de la figura 4

Fuente: elaboración propia.

## La complejidad y el foco en el campo afectivo: valores, actitudes y emociones

Zembylas (2019) reconoce el giro afectivo en el campo de las ciencias sociales y de la educación y, en particular, en la educación en ciencias, gracias al alejamiento de la dicotomía razón-emoción (cuyo origen se remonta a los pensadores griegos a la doctrina positivista) y al reconocimiento de los aspectos sociales en la afectividad. Según diversos autores, la afectividad incluye emociones, motivaciones, actitudes, sentimientos y valores de distinta índole (Díaz Barriga, 2015; Koballa y Glynn, 2007; Mellado *et al.*, 2014; Seel, 2012). En el campo de la educación en ciencias, categorías sobre la afectividad como las *actitudes* fueron fuertemente investigadas en los años 70s y 80s, pero su estudio fue perdiendo estatus (Koballa y Glynn, 2007) para dar paso, más recientemente, al renovado interés que suscitan las emociones (Mellado *et al.*, 2014).

En este contexto, las actitudes representan el grado en que a una persona le gusta o disgusta un objeto, situación o persona, e integran componentes tanto *cognitivos*, como *afectivos* y *conductuales* (Seel, 2012) (figura 6). Su dimensión *cognitiva* refiere a las *creencias* personales sobre el destinatario de la actitud (como, por ejemplo, expresiones verbalizables como “la ciencia es divertida”, “el uso de animales en laboratorio debería prohibirse”), mientras que lo *afectivo* se expresa como *sentimientos* (experiencia subjetiva de una emoción) y *emociones* (por el momento, diremos que son reacciones fisiológicas) que genera el objeto de la actitud (p. ej. aburrimiento expresado por una postura corporal determinada). Entre tanto, el componente *conductual* se caracteriza básicamente por la

tendencia a la acción (Koballa y Glynn, 2007; Seel, 2012).

En la didáctica de las ciencias se ha consolidado una clasificación de las actitudes en *científicas*, que surgen del estilo de pensar y actuar de las y los científicas/os en prácticas investigativas, y *hacia las ciencias*,

dadas por acciones, personas, situaciones o ideas implicados en el aprendizaje (Koballa y Glynn, 2007). Algunas actitudes científicas son, por ejemplo, la racionalidad, la curiosidad, la imparcialidad, el pensamiento crítico, la honradez, la objetividad, la humildad, el escepticismo o la creatividad.

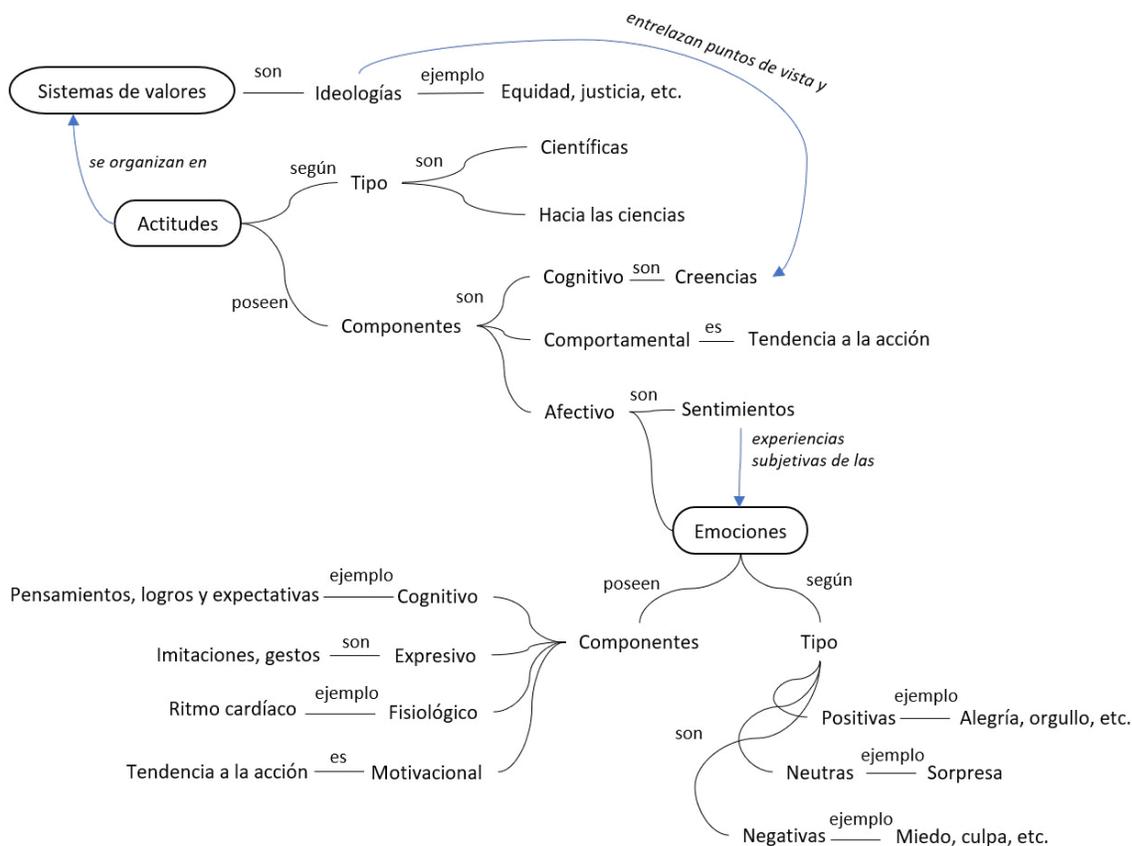


Figura 6. Representación de los componentes y las relaciones entre emociones, actitudes y sistemas de valores

Fuente: elaboración propia.

Retomando el campo *emocional*, de acuerdo con Gläser-Zikuda (2012), las *emociones* son construcciones multidimensionales que pueden definirse como un sistema de procesos de interacción entre distintos componentes: *afectivo* (sentimiento subjetivo experimentado), *cognitivo* (pensamientos, logros y expectativas), *expresivo* (imitaciones, gestos), *motivacional* (tendencias de acción) y *fisiológico* (p. ej., fre-

cuencia cardíaca). Mellado *et al.* (2014), en una recopilación del papel de las emociones en la didáctica de las ciencias, reconocen que los “estados emocionales positivos [como la alegría, el orgullo, la gratitud] favorecen el aprendizaje de las ciencias y el compromiso de los estudiantes como aprendices activos, mientras que los negativos [miedo, culpa, etc.] limitan la capacidad de aprender” (p. 13).

Si ahora ampliamos la escala de análisis, Seel (2012) reconoce que, desde la psicología social, las *actitudes* se organizan en estructuras consistentes y coherentes que constituyen sistemas de *valores* (como la equidad, la justicia, y el cuidado y conservación del ambiente y del patrimonio biocultural), que son más persistentes y amplios que las actitudes. Estos sistemas, también denominados *ideologías*, entrelazan un conjunto de creencias, opiniones y puntos de vista fuertemente conectados, que se justifican en instituciones y grupos particulares. A su vez, Corrigan (2015) se pregunta cuáles son las oportunidades reales para que las y los estudiantes se apropien de la curiosidad, la parsimonia y el escepticismo, por ejemplo, entre otros valores centrales para la ciencia. Irzik (2015) agrega que el entendimiento de la ciencia como una actividad social con valores no ha sido fácil a lo largo de la historia, ni lo es en épocas de *desinfodemia*, posverdad y negacionismo científico (Cassiani *et al.*, 2022). En este sentido, estamos convencidos de que tanto los valores epistémicos como los no epistémicos (como la integridad, honestidad, libertad de investigación, respeto) de la ciencia han de contribuir a la formación de una ciudadanía crítica.

En clave política, Zembylas (2019) aboga por que la *política de las emociones* ponga el foco en la conexión entre la afectividad, los cuerpos y el poder, “con lo que adquiere significado analizar y cuestionar las normas culturales e históricas sobre las emociones, dependiendo de qué emociones se trate, cómo se expresan, quién logra expresarlas y bajo qué circunstancias” (p. 22). En la práctica, el autor señala que esto implica habilitar el espacio para rechazar el deseo de empoderarse de regímenes de conocimiento particulares, como el científico, que ha sido el hegemónico, al menos como un valor incuestionable.

## Ejemplos de objetivos para una integración cognitiva y afectiva

Si para el componente de los contenidos expresados en los objetivos (expectativas de logro de las y los estudiantes) nos mantenemos dentro de un sistema de conocimiento académico, aunque no necesariamente, un ejemplo que puede vincular la comprensión de un concepto con la tendencia a su movilización por medio de motivaciones y comportamientos específicos es (i) “Diseñar e implementar una campaña de concienciación de la protección de las especies amenazadas de extinción de nuestra región, promoviendo una mirada positiva del cuidado y de la transformación social”. Creemos que en este caso se ponen en juego conceptualizaciones de la biodiversidad y las clasificaciones de especies amenazadas (conocimientos ‘c’ y ‘e’, figura 4) con una demanda cognitiva de alto nivel, como la “creación” (figura 4), a la vez que se movilizan, entre otros: valores de cuidado y conservación, creencias asociadas a los organismos involucrados y al rol de las personas en las amenazas de extinción, emociones experimentadas y buscadas para activar sentimientos, pensamientos y representaciones de conservación que promuevan tendencias a la revisión y modificación de comportamientos individuales y colectivos. Si ahora buscamos aproximarnos a la zona de interacción entre CAE y

CET, podríamos incluir, por ejemplo, el análisis sobre cómo las actitudes y representaciones de las personas con las especies animales y vegetales están asociadas a las culturas (Bermúdez *et al.*, 2021).

En otros dos ejemplos similares, podemos además activar el conocimiento metacognitivo de las y los estudiantes (i-k, figura 4) al (ii) “Valorar la conservación del medio ambiente y del patrimonio biocultural, promoviendo acciones de cuidado y visualizaciones de las relaciones naturaleza-cultura” y (iii) “Valorar el conocimiento ecológico tradicional de nuestras comunidades a través de la búsqueda de intercambios con los conocimientos escolares ecológicos”. En estos dos casos se explicitan las interrelaciones entre epistemes diferentes, tal como señalaba la figura 3 sobre los contenidos para una demanda de aprendizaje extendido (amplitud 3) anclada en la zona de interacción entre CET y CAE. Es decir, un contenido específico para los objetivos ‘ii’ y ‘iii’ se materializa coherentemente en los puentes de conocimiento entre los sistemas y prácticas de cultivo.

## Consideraciones finales

En este artículo, propusimos enriquecer los diseños didácticos del profesorado, anclados en la formulación de contenidos y objetivos de las unidades didácticas, con los principios de la complejidad de E. Morin. Por un lado, desde la perspectiva de una enseñanza culturalmente sensible, entender el proceso educativo como un espacio de diálogo interepistémico e interontológico (Robles-Piñeros *et al.*, 2021) conlleva a asumir compromisos a la hora de diseñar unidades didácticas. Algunos de ellos pretenden superar obstáculos de la enseñanza intercultural buscada, tales como la simple comparación, la búsqueda de validación de los conocimientos tradicionales en los científicos (en detrimento del CET, generalmente), y la reducción del abordaje

de los primeros al diagnóstico de las concepciones alternativas de las y los estudiantes. Así, coincidimos con Franco y Ramírez (2016) en los criterios que definen para el desarrollo de materiales educativos que promuevan el diálogo científico intercultural, principalmente, el reconocimiento del estudiantado y profesorado como sujetos de conocimientos, del carácter comunitario de los conocimientos tradicionales, y de la necesidad de promover el diálogo entre valores epistémicos y no epistémicos de cada sistema de conocimiento.

Además, aun dentro de cada sistema de conocimiento, la triple dimensionalidad de los contenidos (amplitud, extensión y demanda cognoscitiva) puede facilitar al profesorado la delimitación de contenidos para una enseñanza de las ciencias superadora de aproximaciones memorísticas, con bajas demandas cognitivas, con sobrecarga de temas y con una extensión abrumadora. La experiencia docente nos informa que la definición de contenidos de un rango acotado pero relevante, extendidos principalmente sobre conceptos, principios y modelos (por sobre hechos y datos) y en función de la activación de procesos mentales desafiantes y propios de la ciencia (por sobre el unir con flechas, por ejemplo), representa en sí mismo un obstáculo a superarse en la formación inicial del profesorado. Por último, la búsqueda de la superación de las visiones dicotómicas de la razón y afectividad requiere del profesorado aproximaciones explícitas para integrar valores, actitudes y emociones en los sistemas de conocimiento, tanto en sus diseños didácticos como en las prácticas de enseñanza.

## Agradecimientos

A CONICET, la SECYT y al FCEFYN de la Universidad de Córdoba, Argentina, por la financiación.

## Referencias

- Adey, P. (1997). Dimensions of progression in a curriculum. *The Curriculum Journal*, 8(3), 367-391. <https://doi.org/10.1080/0958517970080304>
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, R. y Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Abridged edition. Longman.
- Basabe, L., y Cols, E. (2015). La enseñanza. En A. Camilloni, E. Cols, L. Basabe, y S. Feeney (Eds.), *El saber didáctico* (pp. 125-161). Paidós.
- Bermudez, G. M. A., Ottogalli, M. E., Cisnero K. G., y García, L. P. (2021). Educación en biodiversidad en clave latinoamericana. En E. F. Amórtegui Cedeño y J. A. Mosquera (Eds.), *Didáctica de las ciencias naturales: Perspectivas Latinoamericanas. Aportes a la formación del profesorado y la educación científica* (pp. 44-68). Editorial Universidad Surcolombiana.
- Bonil, J., Sanmartí, N., Tomás, C., y Pujol, R. M. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 5-19. <https://doi.org/10.12795/IE.2004.i53.01>
- Camilloni, A. R. W. (2015). Justificación de la didáctica. En A. R. W. Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney, *El saber didáctico* (pp. 19-22). Paidós.
- Carlson, J. y Daehler, K. R. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 77-92). Springer.
- Cassiani, S., Selles, S. L. E., y Ostermann, F. (2022). Negacionismo científico e crítica à Ciência: Interrogações decoloniais. *Ciência y Educação (Bauru)*, 28. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220000>
- Cols, E. (2015a). La enseñanza. En A. R. W. Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney (Eds.), *El saber didáctico* (pp. 125-161). Paidós.
- Cols, E. (2015b). Problemas de la enseñanza y propuestas didácticas a través del tiempo. En A. R.W. Camilloni, E. Cols, L. Basabe y S. Feeney (Eds.), *El saber didáctico* (pp. 71-124). Paidós.
- Corrigan, D. (2015). Values and learning science. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 1091-1093). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0\\_136](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_136)
- Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas i competenciales. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, 12-24.
- Díaz Barriga, Á. (2003). Currículum: tensiones conceptuales y prácticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), 81-93. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S1607-40412003000200005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1607-40412003000200005)

- Díaz Barriga, Á. (2009). *Pensar la didáctica*. Amorrortu.
- Díaz Barriga, Á. (2015). *Curriculum: Entre utopía y realidad*. Amorrortu.
- Edelstein, G. (2007). Didáctica y orientaciones prácticas. ¿Una obstinación o un desafío? Aportes al debate. *Itinerarios Educativos*, 3, 38-59. <https://doi.org/10.14409/ie.v1i3.3913>
- Feldman, D. (2010). *Didáctica General. Aportes para el desarrollo curricular*. Ministerio de Educación.
- Franco, A. G. y Ramírez, L. L. (2016). Diseño de materiales para la educación científica intercultural: El cultivo de la milpa en México como ejemplo para el diálogo. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 16(3), 851-870. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4562>
- García, A. E. (2020). Los principios de la complejidad y su aporte al proceso de enseñanza. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 28, 1012-1032. <https://www.redalyc.org/journal/3995/399565425012/399565425012.pdf>
- García-Martínez, A., Hernández-Barbosa, R. y Abella-Peña, L. (2018). Diseño del trabajo de aula: un proceso fundamental hacia la profesionalización de la acción docente. *Revista Científica*, 33(3), 316-331. <https://doi.org/10.14483/23448350.12623>
- Gläser-Zikuda, M. (2012). Affective and emotional dispositions of/for learning. En N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 165-169). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6\\_819](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_819)
- Irzik, G. (2015). Values and western science knowledge. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 1093-1096). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0\\_384](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_384)
- Izquierdo, M. A. Bonil, J., Pujol Villalonga, R. M. y Espinet, M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 21-29. <https://doi.org/10.12795/IE.2004.i53.02>
- Koballa, T. R. Jr. y Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science education. En S. K. Abell y N. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 75-102). Lawrence Erlbaum Associates.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2)
- Krathwohl, D., Bloom, B. y Masia, B. (1964). *Taxonomy of educational objectives. Handbook II: Affective domain*. Longman.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Morin, E. (2006). *El método 3. El conocimiento del conocimiento*. Ediciones Cátedra.
- Páez-Rincón, D., Reyes-Roncancio, J. D. (2020). Puentes entre conocimientos tradicionales y conocimientos científicos escolares con relación a las plantas medicinales en el grado 8vo del liceo Nuestra Señora de Torcoroma. *Revista Científica*, 39(3), 309-323. <https://doi.org/10.14483/23448350.16736>
- Pérez Mesa, M. R. (2019). Concepciones de biodiversidad y prácticas de cuidado de la vida desde una perspectiva cultural. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 45, 17-34. <https://doi.org/10.17227/ted.num45-9830>
- Picco, S. y Cordero, S. (2021). Articulaciones y tensiones entre la didáctica general y la didáctica de las ciencias naturales: Algunas

- perspectivas analíticas. *Praxis Educativa*, 25(1), 220-240. <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/praxis/article/view/5319>
- Psillos, D. (2015). Teaching and learning sequences. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 384-390). Springer.
- Pujalte, A. (2015). Secuencias didácticas e innovación en la enseñanza. En A. Gutiérrez, E. Aguilera y A. Pujalte (Eds.), *La formación docente en ciencias. Propuestas para el desarrollo profesional* (pp. 130-139). Ministerio de Educación.
- Ramos Palacios, L. A. y Casas García, L. M. (2018). Demanda cognitiva de estándares educativos y libros de texto para la enseñanza del álgebra en Honduras. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32, 1134-1151. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n62a19>
- Ravanal Moreno, E. y López-Cortés, F. (2015). Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 725-742. <http://hdl.handle.net/10498/18508>
- Robles-Piñeros, J., Ludwig, D., Baptista, G. C. S. y Molina-Andrade, A. (2020). Intercultural science education as a trading zone between traditional and academic knowledge. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 84, 101337. <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2020.101337>
- Rodrigues, A. L. F., Melo-Santos, G., Baptista, G. C. S., Robles-Piñeros, J. y da Silva, M. L. (2022). Ethnozoological knowledge about aquatic mammals in public schools: Proposals for an intercultural teaching of science. *Science Education International*, 33(2), 203-212. <https://doi.org/10.33828/sei.v33.i2.8>
- Seel, N. M. (2012). Attitudes – Formation and change. En N.M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 371-374). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6>
- Valladares Riveroll, L. (2011). Un modelo dialógico intercultural de educación científica. *Cuadernos Interculturales*, 9(16), 119-134. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55218731008>
- Webb, N. (1997). *Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education*. Wisconsin Center for Education Research.
- Zembylas, M. (2019). Intentos por discernir la compleja imbricación entre emoción y pedagogía: contribuciones del giro afectivo. *Propuesta Educativa*, 28(51), 15-29. <https://www.redalyc.org/journal/4030/403061372003/html/>

### Forma de citar este artículo:

- Bermúdez, G. y Ottogalli, M. E. (2024). Principios de complejidad para la planificación de contenidos y objetivos de unidades didácticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 152 - 171. <http://doi.org/10.17227/ted.num55-18734>