

**Dra. Marta Massa**  
**Lic. Edmundo Aguilera**



# Área de las Ciencias Naturales

**COLECCIÓN PERSPECTIVAS/PROSPECTIVAS**  
**SERIE "DESAFÍOS CURRICULARES"**  
**NRO. 3 AÑO 2020 - ISSN 2718- 7489**



**CENTRO DE ESTUDIOS  
INTERDISCIPLINARIOS**

**UNR**

# ÁREA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Dra. Marta B. Massa y Lic. Edmundo O. Aguilera

Serie: "Desafíos Curriculares". Nro. 3. Año 2020

ISSN 2718- 7489

Serie Desafíos Curriculares - ISSN 2718- 7489  
Colección Perspectivas/Prospectivas - ISSN 2718- 7306  
Editor responsable Prof. Darío Maiorana  
Centro de Estudios Interdisciplinarios, UNR

Diseño de tapa: Luciano Duyos,  
Ilustración: "Pareja" de María Esther Prádanos, realizada con acrílicos.  
Coordinadora gráfica: Adriana Palma.

La serie **Desafíos Curriculares** perteneciente a la Colección *Perspectivas/Prospectivas* es una edición y publicación del Centro de Estudios Interdisciplinarios de la Universidad Nacional de Rosario.



Dirección: Centro de Estudios Interdisciplinarios, UNR, Maipú 1065 3° piso of 309, Rosario, Argentina; Tel: (0341) 4802781; mail: [cei@unr.edu.ar](mailto:cei@unr.edu.ar)

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
ACERCA DE LAS CIENCIAS NATURALES COMO CAMPO DE CONOCIMIENTO ACTUAL .....	5
1.    ¿Para qué enseñar ciencias naturales en la educación inicial? .....	6
2.    ¿Para qué enseñar ciencias naturales en la educación primaria?.....	8
3.    ¿Para qué enseñar ciencias naturales en la educación secundaria?.....	10
ACERCA DE LA FORMACIÓN INICIAL DE UN PROFESOR PARA ABORDAR LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES HOY .....	14
HACIA UNA FORMACIÓN INICIAL FUNDAMENTADA DEL PROFESOR EN BIOLOGÍA/FÍSICA/QUÍMICA: LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES A TRAVÉS DE UN DISEÑO CURRICULAR .....	16
EN BUSCA DE RESPUESTAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES PARA LA EDUCACIÓN SECUNDARIA .....	19
1.    ¿Cómo pensar el campo de la formación específica? .....	21
1.1.    Relativo al Conocimiento del contenido de la disciplina.....	24
1.2.    Relativo al Conocimiento didáctico del contenido disciplinar .....	32
¿CÓMO PENSAR LA FORMACIÓN EN CIENCIAS NATURALES DEL PROFESOR PARA LA EDUCACIÓN INICIAL Y PRIMARIA?.....	42
1.    Relativo al Conocimiento didáctico del contenido disciplinar .....	45
CONSIDERACIONES FINALES.....	47

## INTRODUCCIÓN

Enseñar Ciencias Naturales en la escuela implica, entre otros aspectos, establecer puentes entre el conocimiento tal como lo expresa el mundo científico y el conocimiento que tienen o el que puede llegar a construir los adolescentes, los niños y las niñas. Cabe preguntarse: ¿cuáles son esos puentes?, ¿qué función cumplen en un proyecto educativo?, ¿cuáles son los vínculos que deberían contemplar?, ¿cómo se construyen esos puentes a través de un diseño curricular?, ¿cómo se forma al docente para que acompañe y oriente su tránsito ya sea en una forma de organización como área integrada (Ambiente y Sociedad o Ciencias Naturales) o como disciplina (Astronomía, Biología, Física, Geología, Química)?

Sin embargo, antes que abordemos las cuestiones anteriores que remiten al plano de lo didáctico, se hace necesario que atendamos a aquello que interpela a esta área desde las concepciones de una comunidad (funcionarios, padres, docentes y hasta los propios estudiantes): ¿para qué enseñar Ciencias Naturales desde muy temprana edad?, ¿cuál es su sentido formativo en la educación primaria?, ¿y en la educación secundaria?, ¿qué contenidos enseñar y cómo hacerlo?, ¿qué aprendizajes debería haber logrado un estudiante al completar cada etapa de su escolaridad obligatoria?, ¿quiénes enseñan Ciencias Naturales en nuestras escuelas?, ¿es pertinente la formación inicial de un profesor para abordar los desafíos que hoy plantea la alfabetización digital en la enseñanza de las Ciencias Naturales?, ¿dónde residen sus dificultades y sus fortalezas? En este artículo nos proponemos acercar algunas consideraciones y reflexiones respecto de tales preguntas.

## ACERCA DE LAS CIENCIAS NATURALES COMO CAMPO DE CONOCIMIENTO ACTUAL

Las Ciencias Naturales, también denominadas Ciencias de la Naturaleza, constituyen un complejo campo de conocimientos relacionado con entidades como el Universo, la Tierra, los seres vivos que la habitan -entre ellos el hombre-, para dar cuenta de su estructura y organización y la multiplicidad de fenómenos que en ellos se producen. Estas ciencias son el producto humano de siglos de elaboración de ideas y de construcción de conceptos, de debates con convergencias y divergencias, de procedimientos y experimentos certeros y fallidos. En tal sentido, estos conocimientos implican un modo racional de describir y entender la naturaleza recurriendo a numerosos instrumentos, aparatos y dispositivos que acompañan el desarrollo de una sociedad. Estos conocimientos constituyen una base para desarrollos en el área de salud y de diversas tecnologías y, además, integran la cultura científica que es parte de una cultura que se interioriza por medio del aprendizaje humano para formar parte de ella (Pozo 1996)<sup>1</sup>.

En la concepción de algunos (y quizás de muchos ligado a lo vivido en su biografía escolar), las Ciencias Naturales refieren a los conocimientos biológicos. Esta es una mirada sesgada y, por lo tanto, consideramos que se hace necesario reiterar que las Ciencias Naturales dan cuenta de un largo proceso en el cual se organizaron y consolidaron, en su status de ciencias entre fines del siglo XIX y del XX, sus disciplinas básicas: la Física, la Química, la Biología, la Astronomía y la Geología. Ellas se desarrollaron sobre la base de un supuesto inicial: que esa realidad en estudio podía ser fragmentada y simplificada. Sin embargo, hacia la segunda mitad del siglo XX dicho supuesto se debilita ante la emergencia de problemáticas que demandan vincular y contextualizar sus saberes para abordarlos. Tales problemas emergentes han evidenciado la necesidad de dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, en sus complejidades, a fin de comprenderlos mejor y buscar posibles respuestas más adecuadas. La articulación de teorías, de saberes hasta entonces compartimentados da lugar a enfoques multi o transdisciplinarios propios de nuevas disciplinas como la Ecología, las Ciencias de la Tierra, la Biotecnología, la Cosmología o la Nanociencia, que hoy también quedan abarcadas en las Ciencias Naturales. Estas nuevas disciplinas ponen en evidencia la necesidad de comprender y explicar en forma integrada los fenómenos y procesos del mundo natural, superando la mirada fragmentada de partes para atender a sus articulaciones, interacciones y organizaciones en un todo, como un sistema. Tal sistema, como organización, posee propiedades que difieren de aquellas atribuidas a sus partes constituyentes. Por ejemplo, la Tierra, como sistema complejo, está formada por subsistemas que interactúan entre sí: hidrósfera, atmósfera, geósfera

---

<sup>1</sup> Pozo, J.I., 1996. *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza Editorial.

y biósfera. Por su parte en el campo disciplinar de la Biología, los seres vivos son definidos como sistemas abiertos que intercambian materia, energía e información con el medio.

La Historia de las Ciencias Naturales muestra el curso y el entramado de ese cuerpo de conocimientos y de los procedimientos ideados por el hombre para abordar aspectos parciales de su objeto de estudio. También la Historia de las Ciencias da cuenta de las diversas maneras en que el científico ha buscado información sobre el hecho o el fenómeno que estudia y de sus acciones sobre él, de su esfuerzo por expresar sus ideas en forma lógica y racional y por operativizarlas. Asimismo la Historia y la Epistemología de las Ciencias rescata sus éxitos y sus numerosos fracasos en “un ir y venir incesante entre la instancia lógica y la instancia empírica” (Morin 1999, p. 6)<sup>2</sup>, con la necesidad de elaborar un lenguaje que le sea específico a partir de términos monosémicos (es decir, que puedan ser comprendidos según una única acepción), con símbolos, con formas de representación, de modelización, de deducción y de cálculo.

## **1. ¿Para qué enseñar ciencias naturales en la educación inicial?**

Abordar la enseñanza de las Ciencias Naturales es responder y satisfacer el proyecto alfabetizador de la escuela. Esto significa ampliar la concepción de alfabetización tradicional, asumiendo que la alfabetización científica posibilita el acceso a las ideas, los conceptos y los modelos de las ciencias; a la familiarización con los modos de conocer propios; al desarrollo de una actitud curiosa y valorativa de los productos de las ciencias y del trabajo científico, así como de las formas discursivas con las que esos conocimientos se expresan en el área de las Ciencias Naturales. Consideramos que es fundamental que el proyecto de alfabetización se inicie desde este tramo de la escolarización y que se desarrolle a través del juego como espacio propio e imprescindible de la infancia.

Este primer momento, que involucra a la Educación Inicial, supone que alentemos un acercamiento curioso del niño a su ambiente para recorrerlo, extendiendo esa exploración inicial e intuitiva que venía desarrollando antes de su ingreso al sistema educativo. Desde la acción docente es importante que generemos oportunidades, adecuadamente articuladas, para que el niño identifique los componentes de su ambiente inmediato, tanto natural como social, y reconozca sus particularidades, estableciendo con él una suerte de *diálogo*, aunque las palabras sean aún escasas o poco precisas, a fin de interpelarlo con sus ideas y sus acciones exploratorias e iniciarse en la lectura de sus *respuestas*. Las denominadas salidas de campo, el juego y el hacer intencionado con los seres vivos

---

<sup>2</sup> Morin, E., 1999. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París: UNESCO. Disponible en <https://www.uv.mx/dqdaie/files/2012/11/PPP-DC-Morin-Los-siete-saberes-necesarios.pdf> (Consultado: 2 febrero 2020)

y las cosas se constituyen en una rica fuente de información para el niño como observadores y actores atentos y curiosos.

*Explorar una canasta con frutos.* Una actividad de búsqueda de información utilizando todos los sentidos y guiando la exploración a través de preguntas: ¿cómo son?, ¿qué forma tienen?, ¿cómo es su textura?, ¿cuál es su color?, ¿qué olor tienen?, ¿pueden rodar?, entre otras, y el correspondiente registro de la información.

*Ruidos y ruiditos con un globo.* Una actividad con un objeto familiar para que los niños interactúen libremente con un globo inflado para producir sonidos (diferentes modos de generar vibraciones en la goma elástica tensada): rascando, pulsando, golpeando y todos los modos que ellos propongan y hagan.

En su juego, en la sala de educación inicial, el niño manipula objetos y materiales, observa, explora y experimenta con los elementos que intencionalmente le ofrece el docente. Su curiosidad lo incentiva para reconocer propiedades de cosas y comportamientos de los seres vivos. Su creatividad se potencia para actuar sobre los objetos, para transformarlos y aun para resolver problemas sencillos.

*Una cuestión a resolver.* Hay que regar unas plantitas en el patio, pero solo tenemos bolsitas hechas con papel de diario, celofán, papel madera y papel glasé metalizado. ¿Cuál elegimos?

El juego ayuda al niño a reelaborar sus experiencias, siendo factor de equilibrio y dominio de sí mismo. El juego le permite comunicarse y cooperar con otros y ampliar su conocimiento del ambiente natural y social.

Las situaciones de juego que promueve el docente de Educación Inicial pueden responder a diferentes objetivos: adquirir algunos saberes específicos (no todos los cuerpos grandes se hunden en el agua, ni todos los pequeños flotan); aprender habilidades (cómo trasvasar agua de un recipiente a otro sin derramar); desarrollar la capacidad de representación, analizar alternativas y tomar decisiones (qué tela elegimos para secar la mesita); promover la socialización y la posibilidad de encarar actividades compartidas.

El lenguaje acompaña al niño en su juego mientras conceptualiza objetos y aprende a describirlos. Con la descripción representa objetos y personas con palabras, y las caracteriza con sus atributos o propiedades. La comprensión, por parte de los niños y las niñas, de las propiedades perceptivas -la forma, el color, el tamaño, la textura- y funcionales de los objetos, tiene lugar antes que ellos hayan comenzado a aprender palabras específicas para esas nociones, pero anticipa necesidades comunicativas.

Algunos juegos suponen actividades manipulativas -basadas en una concepción de génesis del conocimiento por la acción directa que el niño realiza sobre los objetos (hago y aprendo)-. El experimento puede presentarse al niño como una actividad lúdica exploratoria que se diferencia de las anteriores por constituir secuencias de acciones más complejas que responden al interés del niño, quien las organiza y estructura de manera autónoma. Es decir, en este tipo de

actividad no sólo decide lo que hace sino cómo lo hace y, por sobre todo, obtiene información tanto del objeto o del hecho involucrado como de los procedimientos ideados -ya sea que hayan funcionado o no-.

En este sentido, Coll (1991)<sup>3</sup> afirma que explorar no implica solamente aproximarse, tomar contacto, observar o manipular un objeto. La exploración es un conjunto de comportamientos que le permiten al niño obtener información sobre los materiales, los objetos y sobre los fenómenos. Se desencadena a partir de una pregunta o problema y se evidencia a través de una serie más o menos larga de manipulaciones observables organizadas en función de un fin preciso.

En este tipo de actividad es importante la interacción comunicativa y permanente entre los niños y las niñas, en un plano de similitud cognitiva, con la oportuna intervención del docente a fin de enriquecer en forma gradual el lenguaje infantil con nuevos términos para nombrar los seres vivos y las cosas, para distinguir propiedades, para describir y relacionar. Al mismo tiempo que organiza su lenguaje, organiza su forma de pensar sobre las cosas, los seres y los sucesos cotidianos. Las propuestas de actividades y nuestra acción docente ha de orientarse hacia lo que los niños y las niñas perciben con sus sentidos, incentivando la emergencia de modos de observar la realidad y de relacionarse con ella, esto es, modos de pensar, modos de hablar y modos de hacer, de manera integrada para *mirar* el mundo desde la perspectiva de las ciencias y las posibilidades de intervención sobre este.

## **2. ¿Para qué enseñar ciencias naturales en la educación primaria?**

La Educación Primaria continúa el proceso de alfabetización científica a fin de que los niños y las niñas avancen en el conocimiento de fenómenos naturales cotidianos y de otros de los que reciben información a través de los medios. Esta alfabetización científica será importante para que comprendan aspectos de la sociedad en la que viven, impregnada de ciencias y tecnología y, a la vez, adopten posiciones de compromiso y responsabilidad que posibiliten a toda la ciudadanía una vida digna en un entorno sustentable.

El área de Ciencias Naturales en el diseño curricular de la Educación Primaria tiene, además, una finalidad propedéutica ya que esa alfabetización científica tiene que seguir desarrollándose con una mayor especificidad - introduciendo conceptos claves y aproximaciones a marcos teóricos-, y familiarizando a los niños y las niñas con los modos de conocer propios de las disciplinas del área durante la Educación Secundaria. Esto último no lo podemos hacer en forma directa y abrupta ya que el niño o la niña incorporaría las ideas sin

---

<sup>3</sup> Coll, C., 1991. *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Buenos Aires: Paidós.

dotarlas del significado científico correspondiente. Para que el proceso de aprendizaje sea significativo es importante que el área de las Ciencias Naturales en la Educación Primaria sea el ámbito formativo de ideas más concretas generadas a partir de la interpretación de experiencias del entorno, es decir, se habla de una ciencia contextualizada o de la contextualización de las ciencias como un enfoque de la enseñanza en esta etapa.

Fourez (1997)<sup>4</sup> destaca la enseñanza de las Ciencias Naturales como una forma democratizadora del conocimiento científico en tanto se plantea como una educación básica para los niños y las niñas, y como una educación para todos que requiere operar sobre la incidencia de las desigualdades sociales en el ámbito educativo.

En este sentido, Connell (1997)<sup>5</sup> plantea el problema de la justicia social en el currículum mediante el concepto de justicia curricular, que implica pensar, en este caso, un currículum de ciencias que no ignore los intereses de los menos favorecidos; que proponga prácticas para que todos los sectores tengan la misma participación en la toma de decisiones, y que no reduzca la capacidad de las personas de mejorar y comprender su mundo.

De esta manera si relegamos el abordaje de las Ciencias Naturales en la educación obligatoria no estamos contribuyendo a la construcción de una propuesta curricular que favorezca la justicia social. Es importante estar atentos a los efectos sociales del currículum, preguntarnos si está realmente favoreciendo la producción de relaciones más igualitarias. Entendemos que aprender lo mismo no es sinónimo de inclusión: para favorecerla realmente hay que trabajar sobre el qué se está enseñando y el cómo se lo hace.

Esto implica que enseñemos a observar y a interactuar con intencionalidad manifiesta y respetuosa con el medio, a preguntarnos y a buscar respuestas, a exponer las ideas sobre ese medio y dejarse interpelar por él. Es enseñar un lenguaje, una forma de hablar y de escribir sobre el mundo natural, de la manera en que en las Ciencias Naturales se habla y se escucha acerca de los animales, del cuerpo humano, del magnetismo, de la flotación, del cielo diurno.

La enseñanza ha de estar orientada a profundizar el conocimiento infantil acerca de los seres vivos, los fenómenos y procesos del mundo natural, de aquellos objetos con los cuales el niño o la niña juega y hace, centrándose sobre una situación concreta (un hecho -las sombras o la germinación de una semilla-, el comportamiento de un determinado ser vivo -los movimientos del caracol-, observaciones cotidianas -diferentes formas de las nubes-, una noticia -la crecida de un río-, un juego -el subi-baja o el partido de fútbol-). Ese recorte, si bien supone una parcialización del ambiente, nos permite atender a peculiaridades significativas, reconocer propiedades relevantes y las relaciones que guardan entre

---

<sup>4</sup> Fourez, G., 1997. *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.

<sup>5</sup> Connell, R. W., 1997. *Escuelas y justicia social*. Madrid: Morata.

sí para entender las condiciones que acompañan a la situación en cuestión; también permitirá a los niños y las niñas darse cuenta de cómo ocurren los sucesos y preguntarse acerca de ellos para seguir indagando.

*Juguemos con la radiación del Sol y los colores.* (Una actividad para diferenciar los procesos de reflexión y absorción de la radiación en superficies con diferentes colores.): Busca cuatro envases de plástico iguales y limpios (pueden ser botellas de gaseosas, de agua, etc.). Pinta un envase de blanco, otro de negro, otro de rojo y uno de amarillo. Llénalos de agua y tápalos. Expónelos al Sol en simultáneo cuidando que no se haga sombra uno al otro, durante no menos de una hora. Luego mide la temperatura del agua en cada uno de ellos. Anota las medidas, compáralas y extrae tus conclusiones. Compártelas con tus compañeros y tu docente, expresa tus ideas para justificar lo observado.

Los registros observacionales se complementan con algunas mediciones que permiten cuantificar las características, al mismo tiempo que el niño y la niña comprenderán que tales mediciones otorgan precisión y trascienden las limitaciones de los propios sentidos, si bien pueden recurrir a los registros sensoriales en una instancia cualitativa. El lenguaje se enriquece cuando se habla y se escribe, se escucha y se lee acerca de lo que se indaga, distinguiendo lo que se aporta cuando se describe, se clasifica o se compara. También es importante que lo que se aprende en la enseñanza se contextualice en lo social para que cada nuevo conocimiento se integre, se ubique y se valore. Tal como destacan Osborne y Dillon (2008)<sup>6</sup>, el interés y las actitudes hacia las ciencias se generan antes de los 14 años, de allí que sea en este tramo de la educación obligatoria donde es básico cuidar la educación científica. En este mismo sentido, los docentes no pueden (¡y no deben!) priorizar contenidos donde prime lo biológico por sobre otros establecidos curricularmente por una preferencia personal o por sentirse más seguros en el conocimiento, ya que en el mundo natural no existen solo los seres vivos. Si en la alfabetización científica no se abordan, por ejemplo, las interacciones entre el Sol y la Tierra en el campo de la Astronomía, los niños y las niñas no podrán explicar un fenómeno cotidiano como la sucesión del día y de la noche. Los docentes deben recordar que lo que ofrecen como contenido y cómo lo ofrecen en tanto actividad didáctica, orienta y define campos de interés en un niño en formación. Por lo dicho anteriormente, es importante que los contenidos de ciencias se vinculen con problemas relevantes en su vida cotidiana y que se los aborde mediante estrategias educativas basadas en la investigación escolar.

### **3. ¿Para qué enseñar ciencias naturales en la educación secundaria?**

En momentos posteriores, como es el tramo de la Educación Secundaria, el Diseño Curricular de la Provincia de Santa Fe (Ministerio de Educación de Santa Fe

---

<sup>6</sup> Osborne, J. y Dillon, J. (coords.), 2008. *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.

2014)<sup>7</sup> se organiza a partir de tres disciplinas básicas: Biología, Física y Química. Dos ciencias están ausentes como unidades curriculares formativas: la Astronomía y la Geología, con excepción de la orientación de Ciencias Naturales que incluye Ciencias de la Tierra en su diseño curricular para el ciclo orientado. Consideramos que sus aportes conceptuales no pueden quedar excluidos en la formación de los adolescentes; por lo tanto, sus contenidos deberían ser asumidos por algunas de las otras tres disciplinas. Por una cuestión de proximidad conceptual y retomando evidencias históricas, los contenidos astronómicos podrían ser incluidos entre los de Física y los geológicos entre los de Química.

En este sentido, el análisis de Gutiérrez (2013)<sup>8</sup> comparte una perspectiva sociológica en la que argumenta que el efecto San Mateo<sup>9</sup> se ha venido materializando en el currículum educativo reproduciendo y cristalizando las desigualdades sociales. El autor sostiene que el currículum -en general pero nosotros lo asumimos en el caso de el currículum de las Ciencias Naturales ha sido pensado como el dispositivo escolar que concreta el texto para la reproducción y la escuela es el principal dispositivo que contiene en las disciplinas el texto que debe ser replicado.

Sin embargo en la actualidad, y gracias a la ampliación de la democracia - producto de largas luchas sociales-, de los derechos para todos, este texto está siendo revisado en muchos países. Este camino de reforma curricular que ya lleva más de una década en muchos países es irreversible y constituye a estas alturas un movimiento planetario.

La mutación que está ocurriendo orienta el currículo desde un foco centrado en los conocimientos disciplinares hacia otro mucho más potente y democrático centrado en las competencias. La introducción del aprendizaje por competencias es una ocasión trascendental para replantear el sentido de la práctica educativa que se despliega en las clases de Ciencias Naturales.

Las clases de Biología, de Física y de Química deben ser motivantes de manera que convoquen al estudiantado a profundizar el conocimiento sobre la base del desarrollo conceptual iniciado en la escolaridad primaria y de procedimientos específicos, a fin de organizar descripciones y explicaciones. Es importante que convoquemos a los estudiantes a expresar sus ideas y representarlas conformando modelos. Cuando ellos hablan o escriben en la clase de Ciencias Naturales, su lenguaje se empieza a formalizar progresivamente, acompañando el desarrollo de un razonamiento que adquiere la capacidad de operar con un mayor nivel de abstracción y, a la vez, de complejizar la mirada sobre lo natural desde diferentes perspectivas y de manera integrada. Pero tales

---

<sup>7</sup> Ministerio de Educación de Santa Fe, 2014. *Resolución Ministerial 2630 Diseño Curricular Educación Secundaria Orientada Anexo III.* Disponible en <https://www.santafe.gov.ar/index.php/educacion/content/download/218364/1135170/file/Anexo%20III%20Resol%202630-14.pdf> (Consultado 10 febrero 2020).

<sup>8</sup> Gutiérrez, A., 2013. Currículo y efecto San Mateo. En: M. Pini, et. al. (coords.), *La educación secundaria ¿Modelo en (re)construcción?* Buenos Aires: Aique Educación, pp. 113-129.

<sup>9</sup> En el Evangelio según San Mateo, en la parábola de los talentos, versículo 29 del capítulo 25, se lee: "pues a todo el que tiene se le dará y andará sobrado; pero al que no tiene, aun lo que tiene se le quitará".

aprendizajes deben implicar la posibilidad de desplegar un conocimiento en acción en un uso cotidiano y personal, para encarar la resolución de algunos problemas en contextos reales y también para reflexionar y tomar decisiones con criterios sociales y éticos, en la línea de trabajo sobre los problemas sociocientíficos.

*Discutiendo sobre los alimentos transgénicos.* (Una actividad para analizar, valorar y justificar la importancia de la conservación de la diversidad genética silvestre como recurso para mantener la diversidad agrícola). Piensa en la siguiente situación: “Una empresa biotecnológica propone a los agricultores de una localidad cercana a Rosario (por ejemplo: Arroyo Seco) el cultivo de maíz transgénico. Esto suscita un debate entre los habitantes del lugar. Imagina que se abre un foro de opinión en Internet y te debes posicionar a favor o en contra del cultivo de maíz transgénico”. Con la ayuda de otros dos compañeros busca argumentos a favor y en contra del cultivo de cereales transgénicos. Para ello cada uno tendrá que centrarse en razones de tipo ecológico/ambiental, sanitario o socioeconómico. Luego deben poner en común las razones expuestas dentro del grupo<sup>10</sup>”.

Advertimos que la adopción de una organización por espacios curriculares disciplinares en el diseño curricular de la Educación Secundaria corre el riesgo de generar una visión fragmentada y compartimentada del conocimiento en Ciencias Naturales, cuando lo deseable es profundizar en la especificidad de los contenidos pero para poder articular fecundamente ideas, conceptos y procedimientos en el abordaje de problemas reales en su complejidad. El desafío que se plantea en este nivel de la escolarización es que el estudiante comprenda que aquello que se busca conocer se lo aísla mentalmente para estudiarlo mejor, pero sabiendo que no puede recortarse del Universo al que lo unen múltiples interacciones, entre ellas las esencialmente vinculadas con el hacer humano: actitudes, intereses, decisiones, implicancias sociales, políticas, económicas. Cada uno de los espacios curriculares debería focalizarse para que sus contenidos aporten al desarrollo de lo que Morin denomina *aprender a conocer*, esto es, a la práctica del separar y unir, del analizar y sintetizar. En este sentido, sería importante que el diseño curricular para la Educación Secundaria incluya espacios específicos, con participación de los docentes disciplinares, donde se aborden cuestiones oportunamente seleccionadas, sobre la base de intereses sociales o de los propios estudiantes, para que sean abordados con una perspectiva de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) o bien desde un enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática).

Desde la perspectiva CTSA se precisan las finalidades de la enseñanza de las ciencias: de carácter útil y eminentemente práctico (conocimiento de ciencias que puede hacer falta en la vida cotidiana), democráticas (conocimientos y capacidades necesarios para actuar como ciudadanos responsables en la toma de decisiones sobre asuntos públicos y polémicos que están relacionados con la ciencia y la tecnología), o para desarrollar ciertas capacidades generales muy apreciadas en el

---

<sup>10</sup> Adaptado de Fuentes Silveira, M. J., 2015. *La diversidad en el marco de la didáctica de las ciencias naturales: una experiencia en el aula de educación secundaria obligatoria*. Tesis Doctoral. Universidad de La Coruña. Disponible en [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14786/FuentesSilveira\\_%20MariaJesus\\_TD\\_2015\\_01de3.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14786/FuentesSilveira_%20MariaJesus_TD_2015_01de3.pdf?sequence=8&isAllowed=y). (Consultado: 2 abril 2020).

mundo laboral (trabajo en equipo, iniciativa, creatividad, habilidad para comunicarse) y no solamente propedéuticas, es decir, conocimientos para proseguir estudios científicos (Acevedo Díaz 2004)<sup>11</sup>.

*La problemática de los organismos genéticamente modificados (OGM).* (Un ejemplo que ilustra el abordaje desde la perspectiva CTSA). La ingeniería genética comprende un conjunto de técnicas conocidas como tecnologías del ADN recombinante que permiten intervenir en el material genético, cortando, aislando, incorporando o sustituyendo genes. Los organismos cuyo genoma ha sido modificado por estas técnicas se denominan OGM.

Estas modificaciones se realizan para obtener o cambiar productos o procesos, bienes o servicios de utilidad industrial o social, por ejemplo productos como: cultivos resistentes a enfermedades, fertilizantes y pesticidas biológicos, productos de la fermentación microbiana; servicios: tratamiento de efluentes, producción de plantas y conservación de especies mediante técnicas de cultivo y micropropagación, inseminación artificial; y procesos: catalizadores biológicos para la industria, fitorremediación.

Un ejemplo es la producción por ingeniería genética de insulina humana recombinante modificando el genoma de bacterias, específicamente la *Escherichia coli*, a través de la incorporación del gen que produce la insulina en los humanos. Esto supuso una mejora en la calidad de vida de las personas diabéticas que sufren intolerancia manifestada en reacciones alérgicas a la insulina de origen vacuno y porcino.

Ahora bien, la problemática de los OGM suscita debates, controversias por los posibles riesgos e impactos de esta tecnología en la salud y el ambiente, y en relación con ello al marco regulatorio de estas actividades y sus productos (Massarini y Schnek 2015)<sup>12</sup>.

De esta forma, progresivamente a lo largo de los 5 ó 6 años de formación, según haya adoptado la modalidad de educación secundaria orientada o técnico profesional, esperamos que los estudiantes comprendan críticamente las claves del desarrollo de la sociedad en la que viven, mejoren en lo posible las condiciones en que se desenvuelven y afronten conscientemente los retos culturales, sociales y laborales futuros, reflexionando acerca de las implicancias sociales y éticas. El interés del modelo CTSA se centra en generar en el estudiante formas de pensar, actuar y sentir que le permitan comprender y afrontar la complejidad de los problemas desde una perspectiva crítica y participativa en la sociedad actual. Ello requiere, por un lado, apropiarse del conocimiento científico para la acción en un uso cotidiano y personal que permita tomar decisiones con implicación social y, por otro, una alfabetización científica y tecnológica que ponga el énfasis en el desarrollo de competencias que favorezcan esta posibilidad.

---

<sup>11</sup> Acevedo Díaz, J. A., 2004. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía, *Revista Eureka*, 181, p 6.

<sup>12</sup> Massarini, A. y Schnek, A. (coords.), 2015. *Ciencia entre todxs. Tecnociencia en contexto social. Una propuesta de enseñanza*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Paidós.

# ACERCA DE LA FORMACIÓN INICIAL DE UN PROFESOR PARA ABORDAR LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES HOY

La escuela articula y sistematiza el tránsito entre los diferentes niveles, a través de los diseños curriculares respectivos, con intencionalidad, al establecer lineamientos, al formular propósitos y orientaciones, al definir la manera de organizar y articular espacios curriculares y al seleccionar contenidos. Pero es el profesor quien concreta y da sentido al contenido a través de planificar actividades día a día, adecuando estrategias didácticas para que se desenvuelvan habilidades, enseñando procedimientos para experimentar con las cosas, incentivando la producción de inferencias y de anticipaciones, además de las argumentaciones que las acompañen.

De allí que sea fundamental la formación inicial del profesor como etapa en la que se delinea un perfil: el ser docente, con una percepción amplia de la complejidad de enseñar Ciencias Naturales que va más allá del dominio conceptual de la disciplina.

Atendiendo a las diferencias establecidas en los diseños curriculares para cada nivel educativo, la enseñanza en el aula demanda objetivos, enfoques disciplinares y didácticos específicos en función del tramo de la educación obligatoria en la que ha de desenvolverse como profesional docente. Sin embargo, hay aspectos básicos que cualquier futuro docente que tendrá la responsabilidad de enseñar Ciencias Naturales ha de saber:

- la *ciencia escolar* tiene una identidad en cuanto conocimiento que se construye en la escuela y que difiere tanto del *conocimiento científico* actualmente consensuado en la comunidad específica, como del *conocimiento cotidiano* que organiza cualquier sujeto desde su sentido común, de sus experiencias diarias y de la información que recibe a través de distintos medios de comunicación. García (1998)<sup>13</sup> sostiene que el conocimiento escolar debe constituirse como un enriquecimiento del conocimiento cotidiano, basado en un modelo de desarrollo (individual y social), que le permita a quien aprende comprender y actuar en su medio con una visión de conjunto, con capacidad para desenvolverse colaborativamente, con autonomía y creatividad, con una mirada reflexiva y responsable en las tareas en las que se comprometa, atendiendo a la complejidad del contexto social actual. El conocimiento escolar puede entenderse como un conocimiento cotidiano complejizado, con el cual la escuela contribuye a generar progresivamente una nueva mirada sobre el contexto cotidiano del estudiante;

---

<sup>13</sup> García, J. E., 1998. *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada Editora.

- para abordar la enseñanza de las Ciencias Naturales es fundamental saber el contenido científico, pero eso no es suficiente: es necesario conocer profundamente acerca de la Didáctica de las Ciencias Naturales para el nivel educativo donde ha de enseñar;
- la Didáctica de las Ciencias Naturales es una disciplina de síntesis, porque se nutre del aporte de varios campos disciplinares -entre ellos Sociología de las Ciencias, Lingüística, Epistemología, Historia de las Ciencias, Pedagogía, Psicología del Sujeto que aprende- que tiene como objeto de estudio la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en las escuelas y fuera de ellas;
- existen en la actualidad fuentes específicas (revistas, actas de congresos, congresos, cursos) para conocer aportes de las investigaciones educativas en el área disciplinar y vinculadas con el rango etario de los estudiantes. Estas fuentes son fundamentales para orientar la práctica de aula, con propuestas validadas o con el análisis de aspectos no percibidos en el hacer y el pensar de los estudiantes. Por lo tanto, desde la etapa de la formación del profesor, el acceso a las revistas especializadas en la Didáctica de las Ciencias Naturales ha de estar garantizada institucionalmente, y será responsabilidad de los formadores de formadores brindar las orientaciones para su lectura, interpretación de los resultados e implicancias para la enseñanza;
- los aportes de las metaciencias (Epistemología, Historia de las Ciencias y Sociología de las Ciencias) posibilitan a los estudiantes mejorar la comprensión de la naturaleza de las ciencias y del trabajo científico;
- el aula (en su sentido más amplio incluyendo como tal el laboratorio, un museo de ciencias, un planetario, una salida de campo, una granja) dejó de ser solo un espacio físico concreto para ser también un espacio virtual al cual acceden y en el cual se comunican profesor y estudiantes para construir conocimiento.

## HACIA UNA FORMACIÓN INICIAL FUNDAMENTADA DEL PROFESOR EN BIOLOGÍA/FÍSICA/QUÍMICA<sup>14</sup>: LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES A TRAVÉS DE UN DISEÑO CURRICULAR

La tradición de formación docente en Biología, Física y Química para la educación secundaria en nuestro país tiene que ver con la transmisión de contenidos de cada una de estas ciencias, y de los modos de enseñarlos por separado. En los últimos años se han observado esfuerzos en algunos formadores de formadores para vincularlos.

Shulman (1987)<sup>15</sup> señala la poderosa influencia que tiene la manera en que los docentes entienden la disciplina sobre la forma en que ellos la enseñan. Plantea la necesidad de vincular competencias que provienen del ámbito de los contenidos científicos con las de otras varias disciplinas (entre ellas más particularmente la Pedagogía, la Didáctica General y la Psicología) constituyendo esto el eje central de la concepción de enseñanza de las ciencias. El constructo teórico *conocimiento didáctico del contenido* (en inglés: *pedagogical content knowledge*), aportado por Shulman, enfatiza la necesidad del docente de disponer de un conocimiento del contenido especial para la enseñanza de una disciplina. Este conocimiento actúa como constructor de un puente entre el conocimiento del contenido disciplinar (conocimiento científico) y aquel que deviene de la práctica de su enseñanza en el aula (conocimiento escolar). Así, sostiene la necesidad de que el profesor cuente con tres categorías de conocimiento:

- *conocimiento de la disciplina*: comprende las estructuras conceptuales de la disciplina a enseñar y su organización, así como las reglas y procedimientos que proveen su dimensión sintáctica;
- *conocimiento didáctico del contenido*: comprende una clase de conocimiento que le permite al docente transformar el conocimiento del contenido disciplinar (conocimiento científico) en conocimiento para ser enseñado y adaptarlo a las variaciones en capacidades de los estudiantes y al contexto en que se desarrolla la tarea docente. Es una forma especial de entendimiento profesional docente, que requiere que el profesor interprete la disciplina a enseñar, encuentre diferentes formas para representarla y hacerla accesible a los estudiantes. En este sentido difiere del conocimiento de un experto disciplinar (el científico) y también del conocimiento pedagógico general (conocimiento de principios genéricos de organización y dirección en el salón de clases, de las teorías y métodos de enseñanza) que es común a los docentes de distintas disciplinas. Al conocimiento didáctico del contenido le incumbe la representación y

---

<sup>14</sup> En este fascículo se utiliza este formato para hacer referencia indistinta al profesor en Biología, al profesor en Física y al profesor en Química, recurriendo al orden alfabético de las denominaciones de las ciencias.

<sup>15</sup> Shulman, L. S., 1987. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), pp. 1-21.

formulación de conceptos, los fundamentos de su proceso de construcción, las técnicas de enseñanza, el entendimiento sobre qué hace a los conceptos difíciles o fáciles de aprender, el conocimiento sobre las ideas previas de los estudiantes. Además involucra saber acerca de estrategias de enseñanza apropiadas para abordar el trabajo atendiendo a las dificultades de los alumnos y fomentar un entendimiento significativo. Incluye conocimiento acerca de aquello que los estudiantes traen a escena en la situación de aprendizaje, es decir, conocimiento que podría facilitar u obstaculizar la tarea de aprendizaje que se está realizando (Sgreccia 2012)<sup>16</sup>. Es un conocimiento que habilita al profesor para seleccionar ejemplos, experimentos, demostraciones, analogías, metáforas, simulaciones, para comunicar ideas y promover aprendizajes adecuando los contenidos a las características particulares y contextuales de los estudiantes;

- *conocimiento del currículum*: comprende aquello que debe conocerse para interpretar las normativas curriculares, organizar sobre su base un programa de estudios en un año escolar, planificar actividades de enseñanza y procesos de evaluación, usar recursos curriculares (libros de texto, guías didácticas, simulaciones) que aborden los contenidos a desarrollar.

Shulman (1989)<sup>17</sup> amplía a siete categorías los conocimientos que debe poseer el docente al abordar la enseñanza. Así agrega a las tres anteriores, las siguientes:

- *conocimiento pedagógico*: en referencia a los fundamentos generales de la educación, principios y estrategias de gestión y organización de la clase que son comunes a las diferentes asignaturas o materias;
- *conocimiento de los alumnos y sus características*: comprende las concepciones teóricas acerca del sujeto que aprende;
- *conocimiento de los contextos educativos*: comprende aspectos relativos a la organización, dirección y financiamiento de las instituciones escolares, la estructura de la profesión docente, así como las características de las organizaciones sociales y las culturas en las que están inmersas las escuelas y centros educativos;
- *conocimiento de los fines, propósitos y valores de la educación*: comprende las bases filosóficas e históricas de la educación, así como las cuestiones éticas implicadas.

---

<sup>16</sup> Sgreccia, N., 2012. *La geometría del espacio en el Profesorado en Matemática: la generación de puentes entre la formación disciplinar y didáctica*. Tesis Doctoral. Doctorado en Humanidades y Artes (Mención en Ciencias de la Educación). Tesis no publicada. FHyA, UNR.

<sup>17</sup> Shulman, L., 1989. Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: Una perspectiva contemporánea. En: M. Wittrock (Ed.). *La investigación de la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós, pp. 9-91.

Podemos preguntarnos, entonces, ¿contemplan los diseños curriculares para la formación de profesores en Biología/Física/Química en la provincia de Santa Fe las categorías de conocimientos señalados por Shulman como necesarias? ¿Se observan debilidades formativas? ¿Cuáles? ¿Qué puentes tender para superarlas?

## EN BUSCA DE RESPUESTAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES PARA LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

El Diseño Curricular del Profesorado de Educación Secundaria en Biología y del Profesorado de Educación Secundaria en Física de la Provincia de Santa Fe (Ministerio de Educación 2015)<sup>18</sup> está organizado en tres campos del conocimiento, acorde a la Resolución N° 24/07 del Consejo Federal de Educación (CFE) “Lineamientos Curriculares Nacionales para la Formación Docente Inicial”. Tales campos corresponden a una formación general, una formación específica y una formación en la práctica profesional.

En el campo de la formación general, se ofrece la perspectiva filosófico-pedagógica; la perspectiva pedagógica-didáctica; la perspectiva socio-política y un enfoque psicológico. Durante los dos primeros años de ambas carreras se pone énfasis en los aspectos pedagógicos, didácticos y psicológicos y se atiende al currículum y a los contextos educativos. Se avanza en los dos años siguientes con el análisis y los fundamentos de los fines, propósitos y valores de la educación, así como a cuestiones relativas a la profesionalización docente y a los aspectos éticos a ser atendidos. En el diseño se introducen aspectos básicos de metodología de investigación y un espacio para iniciar al futuro profesor en su práctica, si bien el tiempo que se destina es acotado.

Por su parte, en el área de las Ciencias Naturales, la Universidad Nacional de Rosario cuenta con el Profesorado en Física (UNR 2015)<sup>19</sup> y el Profesorado en Química (Resolución CS N° 0322 2002, 2018) como carreras de grado.

El Profesorado en Física se cursa en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) y su Plan de Estudios está organizado en cuatro campos: formación general, formación pedagógica, formación disciplinar específica y formación en la práctica profesional docente. El campo de la formación general brinda un contexto referencial para el desarrollo de la labor docente a través de dos espacios curriculares: Historia Socio-Política del Sistema Educativo Argentino y un Taller de Informática y se complementa con un examen de suficiencia en inglés. El campo de la formación pedagógica brinda conocimientos básicos para el diseño, implementación y evaluación de estrategias de enseñanza y aprendizaje. Los espacios curriculares correspondientes a los campos antes mencionados se desarrollan en el segundo y tercer año de la carrera. El campo de la formación disciplinar específica aborda las estructuras conceptuales básicas de la Física y los aspectos científico-técnicos vinculados con ella así como las dimensiones epistemológicas, históricas y sociales de los procesos de producción de sus

---

<sup>18</sup> Ministerio de Educación de Santa Fe, 2015. *Resolución Ministerial 2090. Diseño Curricular del Profesorado de Educación Secundaria en Biología (Anexo II). Diseño Curricular del Profesorado de Educación Secundaria en Física. (Anexo V)*. Disponible en: [https://amsafe.org.ar/wp-content/uploads/biologia\\_decreto-1.pdf](https://amsafe.org.ar/wp-content/uploads/biologia_decreto-1.pdf). <https://amsafe.org.ar/wp-content/uploads/RM2090-AnexoV-Fisica.pdf>. (Consultado: 1 abril 2016).

<sup>19</sup> UNR, 2015. *Resolución CS N° 306. Creación de la Carrera Profesorado en Física y Plan de Estudios*. Disponible en: [https://web.fceia.unr.edu.ar/images/PDF/carreras\\_de\\_grado/Res\\_306\\_2015\\_CS\\_Profesorado\\_en\\_Fisica.pdf](https://web.fceia.unr.edu.ar/images/PDF/carreras_de_grado/Res_306_2015_CS_Profesorado_en_Fisica.pdf). (Consultado 20 marzo 2020)

conocimientos. El campo de la formación profesional docente se extiende, como el anterior, a lo largo de los cuatro años de la carrera y articula todos los campos mencionados para propiciar el desarrollo de competencias para la enseñanza de la Física.

El Profesorado en Química está radicado en la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (FCByF) y su actual Plan de Estudios (UNR 2018)<sup>20</sup> está estructurado según dos ejes: formación disciplinar y formación pedagógica que convergen hacia la Residencia como último recorrido curricular. La formación disciplinar se brinda en la FCByF y la pedagógica en el Ciclo de Formación Docente de la Facultad de Humanidades y Artes. El eje de formación disciplinar está orientado a brindar conocimientos teóricos y experimentales en distintas ramas de la Química y en disciplinas de apoyo y de fundamento socio-histórico-epistemológico. Cuenta, además, con un Taller de Idiomas y un Taller de Informática, como actividades curriculares complementarias. El eje de formación pedagógica comprende contenidos teóricos y procedimientos apropiados a los procesos de enseñanza y de aprendizaje involucrados en el ejercicio de la docencia. Incluye los tres Talleres de Práctica Docente como espacios de acercamiento a la práctica profesional docente.

Un análisis de las espacios curriculares<sup>21</sup> comprendidas en cada uno de los campos/ejes de los diseños curriculares de los Profesorados mencionados, permite observar que, en general, se atienden a las categorías propuestas por Shulman.

Una debilidad que advertimos es la ausencia de formación general en recursos digitales específicos para orientar una enseñar no presencial, como se puso de manifiesto con la pandemia de COVID-19. El contexto crítico que atravesamos ha interpelado las relaciones directivos-docentes, docentes-estudiantes, docentes-familia, y ha puesto en discusión la continuidad pedagógica para seguir aprendiendo, así como el vínculo pedagógico mediado por las Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Ha interpelado desde distintos sectores de la comunidad a la alfabetización digital<sup>22</sup> de los docentes y de las familias. Así entendida, la alfabetización digital incluye aspectos instrumentales (referidos al uso del software y hardware), axiológicos, sociales y pedagógicos. Por tanto, las acciones de formación docente deben abordarla de manera integral profundizando la *mirada pedagógica* que es lo que orientará la formación de las competencias docentes.

En el campo de la práctica profesional se aborda la actuación docente en las instituciones educativas y en las aulas, con una progresiva incorporación del futuro

---

<sup>20</sup> UNR, 2018. *Resolución CS N° 112. Modificación del Plan de Estudios de la Carrera Profesorado en Química*. Disponible en: <https://www.fbioyf.unr.edu.ar/academica/2019/planestudios-profquimCS112-18.pdf> (Consultado 1 marzo 2020)

<sup>21</sup> Se utiliza esta denominación de acuerdo con las consideraciones realizadas en el Fascículo 1 de esta Serie, si bien respetaremos el término unidad curricular presente en los diseños curriculares de Santa Fe, al hacer referencia al mismo.

<sup>22</sup> Se define a la alfabetización digital como el desarrollo de capacidades para hacer uso de las tecnologías digitales que incluyen “el manejo técnico de los equipos y dispositivos, pero también las habilidades para encontrar, comprender, evaluar, seleccionar y usar la información de los medios digitales para resolver problemas y actividades de la vida cotidiana” (Ministerio de Modernización, s.f.)

profesor en los distintos contextos socio-educativos. En el tercer año de la carrera, los estudiantes realizan prácticas de enseñanza (prácticas pre-profesionales) de contenidos curriculares delimitados hasta culminar en el último año con la residencia docente en escuelas secundarias asociadas con proyectos de enseñanza extendidos en el tiempo.

El campo de la formación específica comprende los conocimientos científicos básicos de las disciplinas (Biología/Física/Química, de acuerdo con la orientación del Profesorado) y a sus formas de enseñanza para desempeñarse en la educación secundaria y, en el caso de los profesorado universitarios, además en la educación superior. Este campo constituye un aspecto central de este trabajo y, por lo tanto, será objeto de consideración aparte.

## 1. ¿Cómo pensar el campo de la formación específica?

En la últimas tres décadas del siglo XX, la formación específica en los Profesorados de Biología (Ciencias Naturales, como se solía designar) y de Física<sup>23</sup>, existentes en la Provincia de Santa Fe, se organizó teniendo como modelo la formación en estas disciplinas en carreras universitarias afines. De hecho con la reforma educativa iniciada en 1993, que demandó la transformación a profesorado en una disciplina, se efectuó una adecuación administrativo-financiera. Los cambios fortalecieron básicamente la didáctica específica, si bien el modelo se mantuvo en algunos de sus aspectos, fundamentalmente para preservar puestos de trabajo y/o posibilitar reubicaciones de los formadores de formadores. Los diseños curriculares actuales del Ministerio de Educación de Santa Fe datan de fines del 2015.

El diseño curricular de un Profesorado es un instrumento que expresa una idea acerca de la educación y su proyección futura, con lineamientos para que la formación brindada, a quienes deciden abrazar la docencia como profesión, dé bases y genere competencias para un desempeño fundamentado, creativo e impulsor de una actualización permanente. Pero un diseño curricular se concreta en cada institución educativa que lo asuma y según cómo lo interpreta cada docente y se implique en él, con una mirada individual o una de conjunto y también cómo lo plasme en el día a día en el aula.

Con el propósito de hacer un análisis fundamentado de los diseños curriculares para la formación de profesores en el área de las Ciencias Naturales, adoptaremos la línea teórica de Ball, Thames y Phelps (2008)<sup>24</sup> quienes, siguiendo la perspectiva de Shulman y sobre la base de investigaciones realizadas en el contexto natural del aula de Matemática, definen lo que denominan *conocimiento*

---

<sup>23</sup> Incluida en el Profesorado de Matemática, Física y Cosmografía o el Profesorado de Matemática y Física

<sup>24</sup> Ball, D., Thames, M. & Phelps, G., 2008. Content Knowledge for Teaching. What Makes It Special?, *Journal of Teacher Education*, 59(5), pp. 389-407.

*matemático para la enseñanza* a fin de organizar un modelo teórico para la formación de profesores en dicha área<sup>25</sup>. En este artículo extendemos, desde nuestra perspectiva, este marco teórico a cada una de las disciplinas de las ciencias involucradas en el campo de la formación específica en el Profesorado de Educación Secundaria que se está analizando y, por lo tanto, hablaremos de *conocimiento biológico para la enseñanza, conocimiento físico para la enseñanza, conocimiento químico para la enseñanza*, según corresponda a cada orientación, haciendo reserva del derecho de introducir algunas ampliaciones que pueden ser requeridas ante la extensión de la teoría a un nuevo campo disciplinar.

El *conocimiento biológico/físico/químico*<sup>26</sup> para la enseñanza involucra una formación profesional docente respecto de la Biología/Física/Química diferente del requerido por otras profesiones que hacen uso de cualquiera de estas disciplinas, tales como Ingeniería, Bioquímica, Medicina, Veterinaria, Odontología o de estas mismas disciplinas en el campo de la investigación y/o el desarrollo tecnológico.

El *conocimiento biológico/físico/químico* para la enseñanza comprende aquello que necesitan conocer los docentes acerca de Biología/Física/Química para lograr trabajar de la mejor manera posible con sus estudiantes en la clase de la escuela secundaria o de educación superior. Involucra aspectos tanto del conocimiento de la disciplina como del conocimiento didáctico del contenido disciplinar por cuanto está orientado a la actividad docente. El profesor no solamente desarrolla un tema y acompaña su exposición con la construcción de un gráfico o un esquema en el pizarrón, mientras los estudiantes atienden y observan. El docente debe: escuchar lo que ellos expresan o preguntan, examinar el trabajo de los estudiantes y reconocer aciertos y errores, analizar y desentramar la procedencia de tal error, y elegir modelos o ejemplos útiles para favorecer la comprensión. Hacer estas cosas requiere perspicacia y entendimiento adicionales que también han de ser desarrollados en la formación inicial del profesor, con el compromiso de los formadores de formadores de este campo de formación. El profesor ha de ser capaz de ver y examinar una respuesta errónea típica e, incluso, prever su ocurrencia mientras prepara una clase o diseña una actividad a partir de su conocimiento de los estudiantes, de su propia experiencia, de la dificultad implícita en el contenido disciplinar en sí y de los resultados de investigaciones en educación en ciencias que ha leído. El profesor debe estar atento a lo que sus estudiantes hacen y dicen, a sus dudas, a sus aportes, a sus procedimientos no estándar para resolver un problema, a sus formas de interpretar un concepto, una propiedad o una ley. Es importante notar que cada una de estas tareas comunes de enseñanza involucra tanto un contenido, un modo de razonar y un lenguaje disciplinar propio así como un pensamiento didáctico.

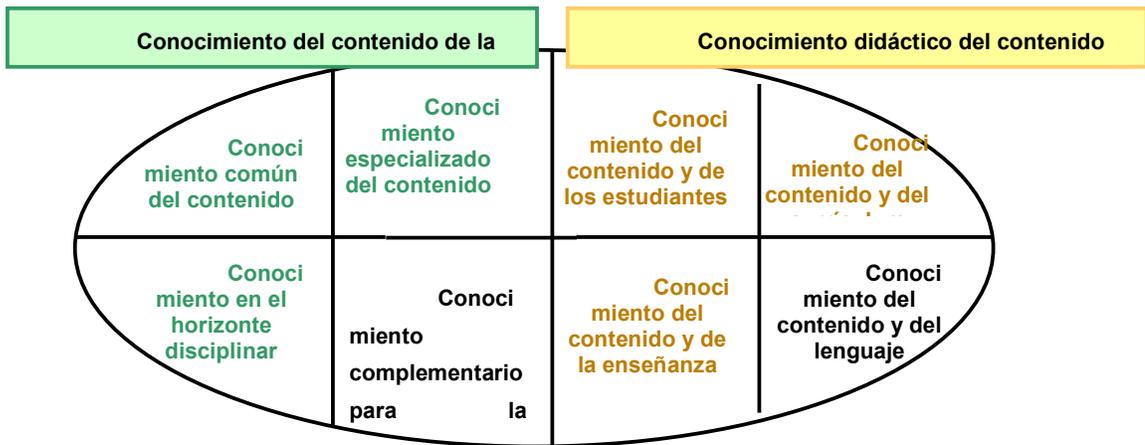
Ball et al. (2008) desarrollan su constructo *conocimiento del contenido matemático para la enseñanza*, en referencia al conocimiento requerido en un

---

<sup>25</sup> En el Fascículo de Matemática se hace también referencia a este enfoque teórico.

<sup>26</sup> Corresponde seleccionar el conocimiento que es específico para cada Profesorado.

profesor en Matemática que excede lo estrictamente disciplinar, por cuanto incluye otros conocimientos (y habilidades vinculadas) necesarios para abordar la enseñanza. Por *conocimiento del contenido para la enseñanza* no se hace referencia a lo que los docentes necesitan enseñar a sus estudiantes sino aquello que deben conocer para ser capaces de sostener y orientar tal enseñanza. Estos autores definen dos grandes categorías de conocimientos puestos en juego: *conocimiento del contenido de la disciplina* y *conocimiento didáctico del contenido disciplinar*. Asocian tres dominios a cada uno de estos grupos, según se muestran con letras en color en la Figura 1. Con letras en negrita destacamos dos nuevos dominios de conocimientos que consideramos necesario incorporar a fin de extender la propuesta hacia el *conocimiento biológico/físico/químico para la enseñanza*.



**Figura 1.** Dominios del conocimiento biológico/físico/químico para la enseñanza

La categoría *Conocimiento del contenido de la disciplina* comprende los dominios: conocimiento común del contenido, conocimiento especializado del contenido y conocimiento en el horizonte disciplinar, siguiendo el criterio de Ball et al. (2008), a los que hemos anexado, en el marco de este trabajo, el conocimiento de contenido complementario para la disciplina.

La categoría *Conocimiento didáctico del contenido disciplinar* tiene asociado los otros tres dominios: conocimiento del contenido y de los estudiantes, conocimiento del contenido y de la enseñanza, conocimiento del contenido y del currículum, a los que hemos agregado, en este trabajo, el conocimiento del contenido y del lenguaje. El hecho de involucrar cada uno de estos dominios al contenido disciplinar le otorga el carácter de una didáctica específica.

Si pensamos, como indica el título de este apartado, el campo de la formación específica establecido en el diseño curricular de los Profesorados en Biología/Física/Química, la categoría *Conocimiento del contenido de la disciplina* se vincula con aquellas unidades curriculares responsables de dar significado a los contenidos disciplinares específicos, organizar relaciones implicadas en las teorías científicas involucradas, construir un lenguaje y formas de comunicación que les

son propias, establecer criterios, desarrollar razonamientos, introducir procedimientos, generar fundamentos, identificar dificultades en las conceptualizaciones, mostrar campos y modos de aplicación de los contenidos disciplinares. La categoría *Conocimiento didáctico del contenido disciplinar* atiende a aspectos que tienen sus fundamentos en el campo de la formación general del diseño curricular, pero que se sitúan específicamente en el contexto témporo-espacial concreto de enseñanza de la disciplina, con estudiantes y ambientes que pueden ofrecer diversidad de características. Comprende aquellos conocimientos requeridos para planificar clases en la disciplina (Biología/Física/Química), diseñar estrategias, dispositivos y recursos pertinentes que favorezcan aprendizajes, evaluar las producciones de los estudiantes, atender a la equidad educativa. También incluye conocimientos que le permitan a un profesor posicionarse ante la interpretación del alcance y función de los contenidos de la disciplina (Biología/Física/Química) en un diseño curricular para la educación secundaria o superior (en el caso de los profesorado universitarios) y sus posibles integraciones con otras disciplinas, tanto del área de las ciencias naturales como de las restantes. Tales conocimientos lo habilitan a realizar comparaciones de diferentes enfoques para la enseñanza de la disciplina en diseños curriculares, ya sea de nuestro país en diferentes períodos históricos o actuales en distintos países. Además involucra conocer los aportes de la investigación educativa en la disciplina y reflexionar acerca de los resultados a fin de constituirlos como posibles insumos para la práctica de aula. En cada una de estas tareas se ponen en juego ideas acerca de la enseñanza y del aprendizaje de la disciplina (Biología/Física/Química), habilidades de razonamiento, fluidez en la selección de ejemplos y palabras.

Es importante que profundicemos en cada uno de los ocho dominios representados en la Figura 1 y que consideremos su implicancia, no solo para interpretar el campo de la formación específica dentro del diseño curricular de la formación docente sino, también, para identificar acciones, compromisos y responsabilidades para quienes se desempeñan como formadores de formadores en cada una de las unidades curriculares que integran dicho campo.

### **1.1. Relativo al Conocimiento del contenido de la disciplina**

- Dominio: Conocimiento común del contenido

Este dominio atiende al conocimiento disciplinar específico vinculado con la orientación de la carrera, esto es, el conocimiento de Biología en el Profesorado en Biología o de Física en el Profesorado en Física o de Química en el Profesorado en Química, y de las habilidades específicas a cada disciplina para experimentar, para manipular instrumentos, para analizar e interpretar datos y operar con ellos, para formalizar ideas, para producir inferencias y razonamientos, para formular preguntas acerca del objeto de estudio, para identificar y formular problemas, para modelizar, para resolver problemas. Si seguimos el significado asignado por Ball et

al. (2008) a este dominio, es el conocimiento acerca de la disciplina que debe disponer y dominar quienes están involucrados con la misma en una variedad de escenarios de desempeño profesional, no solo de enseñanza, de allí el término “común” señalado en la denominación del contenido.

En el Profesorado en Biología se debe dominar el conocimiento básico sobre la organización y el funcionamiento de los seres vivos -biología celular y molecular, biotecnología, estructura y funciones de los organismos, etología, genética-. Comprende conocer la clasificación de la diversidad biológica, la organización y diversidad de los sistemas ecológicos, la historia de la vida sobre la Tierra y los mecanismos evolutivos, y la educación en ambiente y salud.

En el Profesorado en Física, es el conocimiento básico de la mecánica, la termodinámica, el electromagnetismo, la mecánica cuántica, la relatividad y de sus principios organizativos, estructuras y reglas. También es el conocimiento básico de su lenguaje específico (el lenguaje científico) -verbal, representacional y operativo-. Es el conocimiento básico de fundamento que debe disponer y dominar tanto el profesor en Física como un licenciado en Física o un ingeniero o quien requiera de contenidos físicos en su área de trabajo.

Por su parte en el Profesorado en Química, el conocimiento de la disciplina que se debe dominar se organiza en torno a los siguientes ejes conceptuales: estructura de la materia, las transformaciones de la materia y de la energía, la producción del conocimiento químico y la Química en contexto.

También comprende el conocimiento y progresivo empleo de la bibliografía específica destinada al nivel superior.

Los futuros profesores necesitan conocer los conceptos y teorías de la disciplina que van a enseñar, de modo que puedan reconocer cuando sus estudiantes dan respuestas equivocadas o cuando el libro de texto o lo que se ofrece en la web presenta una definición inexacta o una idea incorrecta. Este dominio es responsable de generar competencias lingüísticas para el uso adecuado de términos y notaciones, cuando en su rol docente escriban en el pizarrón o elaboren materiales didácticos con textos escritos en diversidad de formatos, entre ellos los audiovisuales. También aportará conocimiento acerca de técnicas experimentales, de manipulación de instrumentos y materiales, de registro de datos y su tratamiento para derivar inferencias. También proveerá conocimiento para modelizar situaciones, para disponer y aplicar diferentes estrategias y/o métodos para resolver problemas así como para idear procedimientos alternativos. Ello generará en el futuro profesor una mirada amplia que le dé fundamentos para reconocer y valorar la posible emergencia de una nueva resolución en el hacer de uno de sus posibles estudiantes.

Este dominio de conocimiento no supone que se manifieste como interpretaciones especializadas de enseñanza de la disciplina sino que oriente y se exprese en acciones que podrían realizar otras personas que saben la disciplina, es

decir, es un conocimiento de la Biología, la Física o la Química que se pone en juego mediante formas en común que se utilizan en otras profesiones u ocupaciones que lo demandan.

Este dominio de conocimiento común es el que se proyecta como mirada disciplinar cuando un docente analiza e interpreta el currículum escolar, además juega un rol decisivo cuando planifica e implementa la enseñanza.

En relación con el diseño curricular del Profesorado en las disciplinas mencionadas, el campo de la formación específica debe incluir las unidades curriculares necesarias para dar cuenta de los marcos teóricos propios de la disciplina de base, con una articulación que contemple los conocimientos previos de los estudiantes y una progresiva evolución conceptual para abordar, en los últimos años de la formación, nociones vinculadas con los actuales campos de conocimiento, esto es, las principales teorías desarrolladas en cada una de estas disciplinas en el siglo XX.

Pero el diseño se concreta en la práctica. De allí que es responsabilidad de quienes actúan como formadores de formadores en cada una de las unidades específicas de Biología en el Profesorado en Biología, de Física en el Profesorado en Física y de Química en el Profesorado en Química, generar una sólida formación disciplinar, con claridad conceptual. Es importante explicitar los modelos en torno a los cuales se organizan las teorías y los alcances de las modelizaciones realizadas. Como responsables de este dominio de conocimientos, consideramos que estos formadores de formadores tienen la tarea de enamorar a cada estudiante de la disciplina que va a enseñar. Pero ello requiere de un trabajo de conjunto, articulado, que convoque e interese, con el compromiso de no abandonar la riqueza del trabajo experimental para que el estudiante de Profesorado se familiarice con él y pierda el miedo a manipular materiales, realizar el montaje de equipos, interpretar datos y a justificar posibles discrepancias con lo teórico. Es responsabilidad de estos formadores de formadores fortalecer un aprendizaje significativo de los marcos conceptuales de estas disciplinas enseñando a interpretar las formalizaciones, las representaciones gráficas, los símbolos. Cuando estudiantes de escuela secundaria dicen que la clase de Física es pura fórmula o que la respiración no es una reacción química y sí lo es la disolución de cloruro de sodio en agua o cuando identifican a todos los microorganismos como agentes patógenos, es una clara señal que su profesor ha tenido una débil formación en el dominio del conocimiento común de la disciplina en su institución de formación docente.

- Dominio: Conocimiento especializado del contenido

Este dominio comprende los conocimientos y habilidades en la disciplina específica (Biología/Física/Química) requeridos exclusivamente para su enseñanza. ¿En qué difiere el conocimiento común del contenido del conocimiento

especializado del contenido? Como señaláramos, el primero se refiere al conocimiento puesto en juego cuando se resuelven problemas o para interpretar procesos y fenómenos desde la perspectiva de la disciplina específica, para lo cual quien ha sido formado en ella está capacitado ya que dispone de suficiente conocimiento conceptual, de procedimientos y de operatorias. El segundo atiende a comprender cómo realizar un ordenamiento fundamentado de las secuencias con que podrían desarrollarse diferentes formas de abordar la resolución del problema, identificando ventajas y dificultades o bien elaborando explicaciones con diferentes niveles de profundidad en el razonamiento de acuerdo a quien está dirigido. En el caso de un profesor para la educación secundaria, el conocimiento especializado del contenido es el conocimiento de la disciplina que debe disponer para hacerla “enseñable”, es decir, objeto de enseñanza, atendiendo a cuestiones del tipo:

- encontrar ejemplos para construir un aspecto conceptual específico. Por ejemplo:
  - a) la reproducción asexual es aquel proceso en el que participa un solo progenitor, y por lo tanto da lugar a otros organismos genéticamente idénticos a ese progenitor: la fisión binaria o bipartición que se produce en las bacterias, la gemación o brotación en las levaduras, la esporulación en los hongos, en muchos vegetales por fragmentación a partir de estacas, rizomas, bulbos o estolones;
  - b) el movimiento es un concepto relativo al observador o sistema de referencia adoptado y supuesto fijo: cuando estoy sentada en un ómnibus detenido, un árbol en la vereda lo veo en reposo, cuando el ómnibus arranca y se mueve, veo que el árbol se va para atrás;
  - c) el enlace iónico es un tipo de unión química entre átomos, donde uno de ellos transfiere un electrón al otro. Este enlace se establece normalmente entre metales y no metales con diferente electronegatividad: unión química entre los átomos de la molécula de cloruro de sodio (ClNa).
- reconocer los conceptos estructurantes o metaconceptos de la disciplina y, en particular, presentes en aquella rama que se aborda en la asignatura del plan de estudios que es responsabilidad del formador de formadores. Por concepto estructurante se entiende “un concepto cuya construcción transforma el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera, transformar incluso los conocimientos anteriores” (Gagliardi 1986, p.31)<sup>27</sup>. (Son ejemplos de conceptos estructurantes: cambio, unidad, diversidad, interrelaciones, sistema, entre los de Biología; estado, interacción, materia, campo, energía, entre los de Física; discontinuidad de la materia, cambio químico, enlace químico, entre los de Química);

---

<sup>27</sup> Gagliardi, R., 1986. Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación, *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), pp. 30-35.

- reconocer patrones conceptuales en los errores cometidos por otros al explicar una situación, interpretar una representación gráfica o resolver un problema, ya que esto requiere un tipo de análisis del contenido de la disciplina y de organización que no es requerido en ámbitos que no sean de enseñanza;
- organizar una secuencia para presentar las ideas de un contenido disciplinar de la manera más accesible al otro, conectando representaciones simbólicas y gráficas de manera oportuna e introduciendo ejemplos que se consideren apropiados;
- reconocer qué está involucrado al usar una representación simbólica particular al introducirla con un contenido disciplinar;
- evaluar libros de texto atendiendo a la precisión de definiciones, completitud y pertinencia disciplinar en los textos expositivos, adecuaciones en el lenguaje verbal, simbólico y gráfico, conveniencia de los ejemplos presentados y de vinculaciones con otras disciplinas;
- apreciar y adaptar el contenido disciplinar de los libros de texto;
- modificar actividades prácticas para que sean más fáciles o más difíciles;
- formular preguntas productivas e investigables en el contexto de la disciplina;
- adaptar la forma de presentar un contenido disciplinar para hacerlo comprensible a otros sin perder la esencia de su significado conceptual, es decir, observando una vigilancia epistemológica;
- organizar con criterio fundado la evaluación de los aprendizajes en contenidos disciplinares específicos;
- organizar con fundamentos la estructura disciplinar y las actividades previstas al planificar una asignatura.

Los docentes de la educación secundaria en disciplinas del área de las Ciencias Naturales deben ser capaces de explicitar cómo se usa el lenguaje disciplinar específico en un sentido amplio: verbal, simbólico, esquemático, diferenciándolo cuando sea necesario del cotidiano, a fin de superar la polisemia que caracteriza a este último. También es necesario que reconozcan ventajas y desventajas de una cierta representación en una circunstancia determinada y de diferentes formas de modelización en la enseñanza (por ejemplo: ¿qué representación utilizar para una célula procariota o eucariota en Biología?, ¿qué elegir para la representación de un átomo: un modelo planetario de órbitas o un modelo de orbitales de densidades de probabilidad?). Si esto es lo que se espera de un profesor, cabe preguntarse si este tipo de conocimiento se alcanza como autoaprendizaje con la propia experiencia en el aula o si corresponde que sea parte de la formación inicial del profesor. En este último caso, ¿cuál o cuáles son las unidades curriculares pertinentes para trabajar estos contenidos? Una respuesta bastante inmediata a lo anterior es considerar que estos contenidos parecerían corresponder a la Didáctica Específica. Si bien es cierto que muchos de ellos competen a esta última al planificar una unidad o una clase, un tipo de evaluación o unas actividades, no puede quedar todo relegado a ella. Sostenemos que el reconocimiento de los conceptos estructurantes de la Biología/Física/Química, la

selección de ejemplos y de contraejemplos para acompañar la conceptualización, la comprensión de símbolos utilizados en la formalización de conceptos y relaciones, así como el uso de preguntas productivas e investigables es responsabilidad de los profesores de las unidades curriculares en la disciplina específica de la orientación: ellos deben saber que enseñan a futuros profesores de Biología/Física/Química y que la manera en que presentan, organizan y discuten los contenidos deja “huellas” de claridad comprensiva o de un oscuro bloqueo. Se espera que ese sea el marco de referencia de conocimientos sobre los cuales actúe deliberadamente cualquier actividad que se proponga en la Didáctica Específica. Lo mismo ocurre en el trabajo con los libros de texto, con los cuales se familiariza a lo largo de los cuatro años de formación por ser una referencia necesaria e insustituible. Consideramos que el formador de formadores debe enseñar criterios de lectura, valorar claridad expositiva, ejemplos y situaciones problematizadoras que se ofrezcan, cuestionar debilidades, identificar ejes conductores del entramado disciplinar que se presenta. Sobre todo el formador de formadores no puede presuponer que sus estudiantes sean avezados lectores en un área conceptual que recién están conociendo. Es necesario hacer de los libros un centro de trabajo en torno al lenguaje y a la comunicación científica.

Vinculado con lo que se ha planteado antes, cabe valorar la inclusión, en 1er año, de la unidad curricular Introducción al Lenguaje Científico, en el campo de la Formación General, en el Diseño Curricular del Profesorado en Física de la Provincia de Santa Fe<sup>28</sup>. En el mismo se atiende a las prácticas de lectura y escritura académica, trabajando sobre textos extraídos de la bibliografía de las asignaturas de la formación específica de ese año. Sin embargo, la decisión ministerial es que sea responsable de este taller un profesor de Lengua. Consideramos que esto debería ser revisado por el Ministerio de Educación ya que por la especificidad de contenido en los discursos propios en libros de Física, Química, Álgebra, Análisis Matemático y Geometría Analítica utilizados en 1º Año, a través del lenguaje: verbal, simbólico, gráfico, icónico, correspondería que se adoptara la modalidad de cátedra compartida con un docente de Física o de Química.

- Dominio: *Conocimiento de contenido complementario para la disciplina*

Este dominio comprende aquellos contenidos de otras disciplinas que son requeridos desde la que es específica a la orientación del Profesorado en cuestión. Entre ellas se ubica la Matemática, que brinda conocimientos necesarios para la representación (geométrica, numérica, analítica y estadística) y para la formalización de los contenidos en Ciencias Naturales. También la Matemática es requerida para la modelización de los sistemas en estudio y la instrumentación

---

<sup>28</sup> En el Fascículo El diseño curricular y el área de las Ciencias del Lenguaje y la Literatura de esta Serie se realizan consideraciones específicas acerca de los conocimientos implicados que compartimos.

operativa de estrategias y recursos de cálculo empleados en la resolución de problemas y en actividades experimentales. Incorpora formas del pensamiento deductivo y probabilístico que cada una de las ciencias naturales incorpora y le otorga un significado propio.

*Algunos ejemplos.* En la necesidad de simplificar en una primera instancia del estudio de movimiento, se recurre a la noción física de “partícula” que suele definirse como un punto material aludiendo a una representación geométrica que restringe el movimiento a la traslación sobre cualquier trayectoria y anula la posibilidad de la rotación sobre sí misma. Claro está, esa modelización matemática se transforma en física cuando se impone que el punto esté dotado de materia: su masa. Las leyes físicas se enuncian simbólicamente mediante igualdades matemáticas como forma sintética de expresar relaciones. Así, el segundo principio de la dinámica de la partícula se expresa:  $\vec{F} = m\vec{a}$ . Pero, conceptualmente, en sí no constituye una igualdad en un sentido estrictamente matemático, sino una relación causal entre una fuerza que actúa sobre una partícula de masa  $m$  y la aceleración (o ley de variación temporal de su velocidad) que le produce mientras está actuando. Ontológicamente, dicha igual expresa un proceso de interacción entre un objeto de masa  $m$  y algún otro agente de medio que lo rodea.

Tanto en la Biología como en la Física y en la Química las representaciones gráficas cartesianas pueden ser usadas para describir principios, para explicar situaciones y para predecir el comportamiento de los fenómenos.

En el dominio de la Biología se utilizan las representaciones gráficas cartesianas, especialmente en el subdominio de la Biología de Poblaciones; área en la que son abundantes los conceptos que relacionan dos o más variables (por ejemplo: tasas de crecimiento, de migración, de natalidad) y en la que frecuentemente, se utilizan estas representaciones para comunicar dichas relaciones.

Las representaciones gráficas cartesianas también se utilizan en Química, por ejemplo, para representar las variaciones de la solubilidad de una sustancia. En esas gráficas se representan mediante puntos los valores del coeficiente de solubilidad a distintas temperaturas. La gráfica que se obtiene se denomina curva de solubilidad.

También a este dominio pertenecen las otras ciencias naturales. Por ejemplo, en el caso del Profesorado en Física de la Provincia de Santa Fe estaría asociado a los contenidos biológicos, químicos, astronómicos y geológicos para comprender y dar sentido amplio a la implicancia de las teorías físicas. De esta forma se limita la posibilidad de una mirada fragmentada de partes para propiciar el desarrollo de un pensamiento complejo en torno a un sistema como involucrado en un fenómeno, atendiendo a las articulaciones, interacciones y organizaciones en un todo. Se introducen y conceptualizan nuevas ideas, se enriquece el lenguaje, se comprende el significado de analogías planteadas en la disciplina específica. En el caso del Profesorado en Biología, la unidad curricular Ciencias de la Tierra, ubicada en 1er año, comprende, de forma análoga, los conocimientos físicos, químicos y geológicos complementarios que son necesarios para el abordaje de algunos contenidos biológicos. De igual forma en el Profesorado de Química de la FCByF, se incluyen conocimientos de Física, Físicoquímica, Biología y Matemática. Algunos contenidos de la asignatura Mineralogía se vinculan con Geología y Astronomía. El

Plan de Estudios del Profesorado en Física de la FCEIA presenta un Área de Integración Interdisciplinar que incluye Química, Taller de Astrofísica y Taller de Física Ambiental. Dicho Plan no incluye Biología como asignatura y solo se hace referencia a algunos contenidos en Física Ambiental.

Cabe destacar que el conocimiento complementario no tiene el carácter de conocimiento secundario, como suelen percibirlo algunos estudiantes de profesorado. Es un conocimiento que contribuye a entramar con sus aportes el contenido de la disciplina específica, permitiendo al estudiante vivenciar contextos en los que se realiza interdisciplina o bien se trabaja desde la multidisciplinaridad. Por tal motivo, queremos enfatizar que estas unidades curriculares constituyen un reto para quien sea responsable de su enseñanza por cuanto requiere una clara ubicación atendiendo a los objetivos de su inclusión en la formación docente en otra disciplina de las Ciencias Naturales, ya que ha de saber orientarla dando significado a sus aportes conceptuales y, a la vez, conservando el sentido de las ciencias naturales como campo de conocimiento. Contribuye fuertemente a dar horizonte al conocimiento que construye un futuro profesor como se caracterizará en el próximo dominio. Las propuestas de enseñanza con enfoque CTSA o STEAM que se vienen proponiendo para la educación secundaria en el siglo XXI, basadas en el abordaje de problemas complejos actuales, vinculados con contaminación ambiental, pandemia COVID-19 por ejemplo, demandan que un futuro profesor tenga conocimiento del entramado con otras disciplinas.

- Dominio: *Conocimiento en el horizonte de la disciplina*

Este dominio atiende a la manera en que los contenidos se relacionan a través del currículum y ofrece una visión para entender las conexiones entre las diversas áreas de la disciplina. Considera también la perspectiva para la construcción progresiva y articulada de los contenidos disciplinares en el sistema educativo y dar respuesta a cuestiones como: ¿hay alguna desviación en las ideas disciplinares tratadas?; ¿está siendo distorsionado un contenido en tratamiento escolar?; ¿puede tener consecuencias conflictivas algo que se ha dicho de manera explícita o implícita?; ¿está un concepto siendo implicado de tal manera que podría conllevar a problemas?; ¿las propuestas experimentales son adecuadas para la edad de los estudiantes?; ¿las propuestas experimentales convocan al desarrollo progresivo de habilidades para recoger datos y para su procesamiento e interpretación?; ¿cuál es el sentido que otorga el docente a las simulaciones digitales para la construcción de contenidos disciplinares?; ¿los recursos digitales incorporados en las clases favorecen los aprendizajes y en qué forma? Este dominio demanda en el profesor un conocimiento más avanzado del contenido específico en el ámbito escolar que lo lleve a plantearse tales cuestiones.

Ball y Bass (2009)<sup>29</sup> consideran que este dominio posibilita que el docente tenga criterio sobre la trascendencia de los contenidos disciplinares en tratamiento en cierto año escolar y para la escolarización futura; que pueda resaltar y subrayar aspectos disciplinares que se consideren clave en la formación de un ciudadano; que sepa anticipar y hacer conexiones disciplinarmente consistentes; que sea capaz de reconocer oportunidades para trabajar contenidos disciplinares conexos cuando surgen situaciones no previstas en la clase; que pueda captar eventuales confusiones conceptuales subyacentes, factibles de provocar distorsiones posteriores; que esté en condiciones de contextualizar el contenido disciplinar en tratamiento cuando el estudiante interroge acerca de su sentido como contenido escolar.

Este dominio se posiciona en la manera en que los contenidos disciplinares se generan y se estructuran. Incorpora, por tanto, el enfoque epistemológico en la construcción de las teorías científicas específicas de la disciplina así como la génesis, los conflictos, los avances, las experiencias cruciales, la evolución de las teorías, hechos de los que da cuenta la historia de cada una de las ciencias naturales.

Los aportes provenientes de la Historia de las Ciencias y de la Epistemología de las Ciencias o Naturaleza de las Ciencias, son las que incorporan una mirada amplia, retrospectiva e introspectiva, para dar sentido y perspectiva al contenido a enseñar en la educación científica.

## **1.2. Relativo al Conocimiento didáctico del contenido disciplinar**

- Dominio: *Conocimiento del contenido y de los estudiantes*

Este dominio atiende al conocimiento sobre aspectos inherentes a los estudiantes como sujetos en situación de aprendizaje de la Biología, la Física o la Química. Comprende el conocimiento relativo a la manera en que los estudiantes piensan, actúan, sienten y aprenden un contenido disciplinar, sus niveles de comprensión y la evolución de su razonamiento formal e informal. Incluye el conocimiento de los errores y dificultades comunes que se han reconocido en estudiantes ante contenidos disciplinares específicos, las concepciones erróneas identificadas, las habilidades de aprendizaje y las estrategias que suelen usar para aprender, la manera en que encaran, piensan y ejecutan la resolución de problemas, sus motivaciones e intereses.

En síntesis, integra conocimientos acerca de la cognición de los estudiantes con los procesos de conceptualización de los contenidos disciplinares específicos,

---

<sup>29</sup> Ball, D. & Bass, H., 2009. *Mit einem Auge auf den mathematischen Horizont: Was der Lehrer braucht für die Zukunft seiner Schüler*. Conferencia presentada en la "43 Jahrestagung für Didaktik der Mathematik". Oldenburg, Marzo.

la comprensión de un marco teórico, referencias acerca de la construcción de sus modelos mentales y del razonamiento derivado de ellos.

Este tipo de conocimiento le permite al docente anticipar qué pueden probablemente pensar o encontrar confuso sus estudiantes sobre determinada explicación dada en clase o brindada en un libro de texto u otro medio. Al elegir un ejemplo, este conocimiento orienta al docente a predecir cuál interesará o motivará a sus estudiantes o bien resultará más esclarecedor. Al organizar una actividad, este dominio de conocimiento permitirá que los docentes anticipen qué encontrarán fácil o difícil sus estudiantes para comprender la consigna y para actuar en consecuencia. También favorecerá que sean capaces de interpretar los pensamientos emergentes e incompletos de los estudiantes, expresados en las formas de su lenguaje cotidiano para orientarlos hacia el uso del lenguaje científico de manera cada vez más definida.

Los contenidos de una unidad curricular como Psicología y Educación en el campo de la Formación General en un año, continuada al año siguiente con otra unidad curricular Sujeto de la Educación Secundaria en el campo de la Formación Específica, presentes en el Diseño Curricular de los Profesorados de Educación Secundaria en Biología y en Física de la Provincia de Santa Fe, evidencia la relevancia que se otorga a este dominio de conocimiento posicionado en la problemática del aprendizaje de la disciplina. En el Profesorado en Física y en el Profesorado en Química de la UNR, el espacio curricular Teoría del Sujeto y del Aprendizaje, ubicado en el campo/eje de la Formación Pedagógica en 3er año, participa en la conformación de los aspectos teóricos generales de este dominio pero requiere de un fuerte compromiso de articulación con los aportes teóricos de líneas de la Didáctica de las Ciencias Naturales focalizadas en el estudiante (Massa, Foresi y Sanjurjo 2015)<sup>30</sup>, espacio curricular que se desarrolla en simultáneo. Sin ello, este dominio de conocimiento puede estructurarse con debilidad. En este sentido, es necesario que los profesores responsables de las Didácticas Específicas recurran a las revistas especializadas como material bibliográfico para trabajar con los futuros profesores, seleccionando artículos relativos al pensamiento del estudiante. Ello requiere que, como formadores de formadores, introduzcan a los futuros profesores en la lectura y análisis de resultados de artículos de investigación relativos a temáticas tales como: concepciones previas (en Biología/Física/Química, según corresponda), procesos de conceptualización, resolución de problemas, razonamientos, pensamiento formal e informal. Será importante que generen en ellos criterios de análisis para identificar el problema de aprendizaje involucrado, el enfoque teórico acerca del aprendizaje adoptado y la implicancia didáctica de los resultados, así como criterios bajo los cuales se analiza la calidad de estas publicaciones.

Finalmente, es importante diferenciar en la actuación de un docente en su ejercicio profesional o de un futuro profesor en sus prácticas en el aula cómo opera

---

<sup>30</sup> Massa, M., Foresi, M. F. y Sanjurjo, L., 2015. *La Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Media*. Rosario: HomoSapiens.

este dominio de conocimiento frente a otros ya presentados. Por ejemplo, un profesor de Física o de Química analiza el error cometido por uno de sus estudiantes de 3er año de la educación secundaria al resolver un problema. Podría dilucidar qué anduvo mal mediante el análisis de los conceptos y leyes utilizadas, los pasos seguidos en la resolución y qué suposiciones efectuó. Otro profesor podría esclarecerlo porque ha visto a otros estudiantes hacer esto antes con este tipo particular de problema, es decir, reconocer un error recurrente (inclusive puede ser que haya leído algún artículo que lo alerte del mismo). El primer docente está usando *conocimiento especializado del contenido*, mientras que el segundo está empleando *conocimiento del contenido y de los estudiantes*.

- Dominio: *Conocimiento del contenido y de la enseñanza*

Este dominio de conocimiento reúne principios, ideas y teorías desarrolladas para la enseñanza en un contexto de Didáctica General, con conceptos, marcos teóricos y procedimientos propios de la Biología o Física o Química, según corresponda a la orientación del Profesorado. En este dominio se centra la mirada en los contenidos biológicos/físicos/químicos a enseñar pero considerando las condiciones de contexto y los recursos necesarios y pertinentes para su enseñanza en un aula real o virtual, es decir, son conocimientos ligados a las formas de abordar el desarrollo de la disciplina para hacer accesible su contenido a estudiantes de la educación secundaria o superior (en el caso de los profesados universitarios). También comprende las orientaciones para organizar la gestión de la clase, para decidir los recursos didácticos a utilizar, para establecer criterios de evaluación de contenidos específicos y organizar los instrumentos adecuados para hacerlo. Se relaciona estrechamente con aquello que compete al *conocimiento especializado del contenido* de la disciplina, el cual ofrece posibles secuencias para el abordaje de contenidos biológicos/físicos/químicos) pero se diferencia del mismo porque aquí comprende aquel conocimiento que debe disponer el profesor para generar las condiciones adecuadas para hacerlo enseñable en un contexto concreto. En otras palabras, se trata del conocimiento disciplinar fundamentado del diseño, implementación y evaluación de la enseñanza de la Biología/Física/Química. Se requiere cuando los docentes secuencian contenidos disciplinares particulares para enseñarlos en un determinado tramo de la educación, en diferentes contextos escolares y con estudiantes con características específicas.

Los conocimientos de este dominio requieren ser construidos en las unidades curriculares de Didáctica Específica y también en los Talleres de Práctica Docente o de Práctica de la Enseñanza o en la Residencia, de acuerdo con la denominación asignada en los diseños curriculares que se analizan en este fascículo. Es necesario detenerse a pensar criterios para seleccionar ejemplos: aquellos que sirvan para iniciar un tema motivando o problematizando, aquellos que puedan aportar para profundizar el contenido. También es importante pensar a priori posibles contraejemplos que, a veces, pueden resultar más esclarecedores.

Con el aporte que brinda el *conocimiento de contenido complementario para la disciplina* -en especial la Matemática- es importante que el futuro profesor evalúe las ventajas y desventajas didácticas de las representaciones que se usan en las clases, en los libros de texto y en materiales digitales para enseñar un contenido determinado.

Este dominio también involucra aquellos conocimientos que orientan las tomas de decisión que un docente debe realizar en el aula ante los aportes no esperados de los estudiantes y considerar si le conviene proseguir la clase -de acuerdo a lo planificado y proyectado- ignorándolo o bien interrumpir la línea que se venía siguiendo y actuar en función del aporte, ya sea para trabajarlo si introduce una fuente de error o confusión, o bien, para dar mayor sentido al contenido tratado si lo considera un aporte favorable en esa circunstancia. Durante una discusión de clase, un docente debe decidir cuándo hacer una pausa para efectuar una aclaración, cuándo usar un comentario de un estudiante para construir algo en conjunto, cuándo formular una nueva pregunta o proponer una nueva actividad para propiciar un aprendizaje adicional de los estudiantes. Cada una de estas decisiones requiere de coordinación entre los dos dominios de conocimiento ya mencionados. Consideramos que para ello puede resultar útil la proyección de segmentos de películas o si fuese posible, de situaciones de aula registradas en video para trabajar sobre aspectos como los mencionados con los estudiantes de Profesorado. Esto, además, abre la posibilidad de generar un campo de "autoanálisis colectivo", en palabras de Bourdieu (2008)<sup>31</sup>, entre estos estudiantes a partir de sus propias prácticas de enseñanza. A través del intercambio, pueden someter sus prácticas a un "examen crítico lo más radical posible", reconocer representaciones cristalizadas y efectuar, de ser necesario, otras acciones en el diseño de sus clases.

Compete también a este dominio orientar y familiarizar a los estudiantes en el uso de buscadores académicos en la web para que recurran a artículos en revistas especializadas para planificar sus prácticas de enseñanza en el Taller de Práctica Docente IV/Residencia<sup>32</sup>. Esto también demanda a las instituciones de formación de profesores disponer de condiciones de acceso a revistas de Didáctica de las Ciencias, ya sea en formato papel o virtual a través de sus bibliotecas.

En los últimos años, decisiones en políticas educativas, tales como el Programa Conectar Igualdad (Argentina 2010)<sup>33</sup>, la educación de estudiantes con discapacidad (Consejo Federal de Educación 2016)<sup>34</sup>, y hechos sociales como la irrupción de las TIC en la cotidianeidad de los nacidos en la primera década del siglo XXI, marcan ausencias o, al menos, zonas grises en este dominio de conocimientos en los docentes. Esto constituye un verdadero desafío al cual el

---

<sup>31</sup> Bourdieu, P., 2008. *Homo academicus*. Buenos Aires, Siglo XXI Editores.

<sup>32</sup> Práctica Docente IV es la denominación de la unidad curricular en los diseños curriculares de la provincia de Santa Fe y Residencia es la análoga en los diseños de los profesorados de la UNR.

<sup>33</sup> Argentina, 2010. *Poder Ejecutivo Nacional Decreto 459. Programa Conectar Igualdad*. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/165000-169999/165807/norma.htm>. (Consultado 1 abril 2020).

<sup>34</sup> Consejo Federal de Educación, 2016. Resolución N° 311: *Educación de estudiantes con discapacidad*. Disponible en: [http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/normas/RCFE\\_311-16.pdf](http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/normas/RCFE_311-16.pdf) (Consultado 1 abril 2020)

diseño curricular del Profesorado de Educación Secundaria en Biología/Física/Química y, en particular la formación específica, debe dar respuesta. Así es necesario abordar desde la formación superior los siguientes desafíos:

- *enseñanza de las ciencias naturales en aulas inclusivas con diversidad funcional*. Ello requiere pensar un modelo educativo que no siempre se ha considerado en las propuestas didácticas de la formación inicial del profesor en disciplinas de las ciencias naturales. En los últimos años ya se han comunicado investigaciones en Didáctica de las Ciencias estudiando cuestiones tales como: enseñanza de la acústica en aulas con diversidad funcional auditiva (sordos, hipoacúsicos y oyentes), con diversidad funcional visual (ciegos, baja visión y videntes), por mencionar algunos. Para dar una referencia en relación con la primera de las situaciones mencionadas, Antolínez López y Martínez Romero (2016)<sup>35</sup> diseñaron un itinerario didáctico para una aproximación conceptual a las ondas mecánicas y, en particular, las ondas sonoras y estudiaron su implementación en un aula de educación secundaria con estudiantes oyentes y sordos. Su intención fue realizar, además, una aproximación al funcionamiento del aparato fonador humano. Organizaron las actividades experimentales recurriendo básicamente a los canales visual y táctil para los registros de información y su comunicación en forma escrita, oral y/o gráfica.

*Las ondas sonoras son ondas mecánicas*. Tres ideas son centrales para su conceptualización: una *perturbación* produce una oscilación o vibración alrededor de la posición de equilibrio de un objeto que actúa como *emisor*; la *propagación* de la perturbación (oscilación) a través de un medio material (sólido, líquido o gaseoso) en contacto con el emisor con determinada velocidad; la *recepción* de la oscilación o vibración por otra entidad -el *receptor*-. La onda mecánica es un tipo de perturbación que se propaga armónicamente en un medio, transportando consigo energía y momento lineal pero no materia. Las ondas con frecuencias entre 20 Hz y 20kHz logran estimular el sistema auditivo del ser humano y esto es lo que comúnmente se conoce como sonido. Las ondas sonoras también se logran percibir mediante sensaciones táctiles y visuales. Para poner en evidencia estos aspectos, estas autoras seleccionaron las siguientes actividades experimentales en su estrategia didáctica: a) caída de gotas de agua en una cubeta con agua o cubeta de ondas: observación y descripción del fenómeno, identificación de la perturbación y su efecto; b) observación y caracterización de las ondas en la máquina de ondas<sup>36</sup>; c) experimentos con resortes y cuerdas: reconocimiento de la dirección de propagación de la perturbación y definición de ondas transversales y longitudinales; d) experimentos con una botella de vibraciones (producción de sonidos) y un globo inflado próximo: naturaleza de producción de sonido y percepción táctil de su recepción en el globo; e) experimento con parlante, globo tenso con espejo adherido y láser:

---

<sup>35</sup> Antolínez López, F. Y. y Martínez Romero, L. J., 2016. *Acústica para sordos: una aproximación conceptual para el aula inclusiva*. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología, Bogotá. Disponible en <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/2039/TE-19402.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Consultado 20 abril 2020).

<sup>36</sup> Disponible en: [https://www.ucm.es/data/cont/docs/76-2019-02-01-3B10.30\\_Maquina\\_de\\_Ondas.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/76-2019-02-01-3B10.30_Maquina_de_Ondas.pdf) (Consultado 2 mayo 2020)

observación de figuras proyectadas sobre la pared (por la luz del láser reflejada por el espejo) mientras se toca el globo vibrando por el sonido del parlante.

- *enseñanza con recursos tecnológicos.* Si bien en las últimas dos décadas se ha impulsado fuertemente el uso de estos recursos en las aulas, no todos los docentes de ciencias naturales los han incorporado en sus clases de la escuela secundaria, así como en la universidad. En general, se ha difundido bastante el uso de simulaciones, en algunos casos sustituyendo las actividades experimentales de laboratorio. También se ha recurrido a la web para la búsqueda de información, reemplazando en gran medida al libro de texto en formato papel. Consideramos que la potencialidad de estos recursos para la enseñanza debe ser motivo de un trabajo sistemático de manera de generar competencia digital no vinculada solo con la familiaridad en su uso sino en construir criterios para seleccionar los recursos, para reconocer la pertinencia de los contenidos involucrados, para examinar y evaluar información confiable y válida, para identificar sus ventajas y desventajas formativas, para valorar los modelos educativos implícitos en estos recursos. La pandemia por COVID-19 ha puesto en evidencia la necesidad de organizar nuevas formas de enseñanza – aprendizaje – evaluación. Ha puesto repentinamente a docentes, estudiantes y familias, en general, ante el desafío de aprender a utilizar plataformas digitales, aulas virtuales, bases de datos, softwares de cálculo y de graficación, a manejarse en redes sociales. Las posibilidades y las dificultades experimentadas en esta situación, deben ser aprovechadas para diseñar nuevos modos de enseñar;
- *inclusión de contenidos contemporáneos de Ciencias Naturales en la educación secundaria.* Uno de los cambios más notables en los diseños curriculares en las últimas décadas en nuestro país ha sido la incorporación de contenidos tales como: nociones de mecánica cuántica, de Teoría de la Relatividad Especial y General, modelo de Big Bang, organismos transgénicos, ingeniería de tejidos, estructura del ADN. Sin embargo, surgen algunas preguntas al momento de pensar su enseñanza: ¿cuáles son las ventajas y las dificultades que enfrentan los docentes que deciden enseñar tópicos contemporáneos de Ciencias Naturales en la escuela secundaria?, ¿cómo abordar tales contenidos cuando aún hay debilidades en otros requeridos para su desarrollo? Aun cuando el docente decida no abordarlos en el aula, estos contenidos son aportados por los estudiantes con sus preguntas, a partir de su difusión por los medios como fuera el bosón de Higgs o “partícula de Dios”<sup>37</sup> y la manipulación genética. También los pone en escena el estudiante cuando interroga para conocer el funcionamiento de algunos dispositivos: el horno a microondas, el GPS, los tomógrafos computados, el LCD, los reactores nucleares. Desde el campo de las Didácticas Específicas y de los Talleres de

---

<sup>37</sup> A principios de la década de 1960, en forma independiente Peter Higgs, François Englert y Robert Brout teorizaron sobre la existencia de una partícula que sería la pieza clave para entender cómo se formó la materia que existe en el Universo, luego del Big Bang. Su existencia fue buscada durante décadas y en julio de 2012 la Organización Europea para la Investigación Nuclear (Cern), anunció su hallazgo experimental en su laboratorio en Ginebra con un 99,9% de fiabilidad. Este evento fue catalogado como histórico, pues hasta ese momento era considerado como uno de los grandes enigmas de la física.

Prácticas Docente o de Práctica de Enseñanza es importante preguntarse ¿qué aportan las investigaciones en educación en ciencias naturales, nacionales e internacionales, para la enseñanza y el aprendizaje de estos contenidos?, trabajar en su lectura y análisis con los futuros profesores para que piensen sus prácticas y las discutan incluso con los formadores de formadores responsables de las asignaturas con los contenidos disciplinares implicados.

- Dominio: *Conocimiento del contenido y del currículum*

El conocimiento general acerca del currículum es abordado en el campo de la Formación General en el Profesorado en Biología/Física de la Provincia de Santa Fe y en el campo de la Formación Pedagógica en el Profesorado en Física/Química de la UNR. Involucra un entendimiento de los fundamentos y de los criterios organizativos de los diferentes formatos de diseños curriculares disponibles para la enseñanza de cualquier disciplina. Desde ese campo se brinda una perspectiva de la variedad de materiales disponibles en relación con tales diseños y el conjunto de características que sirven tanto como indicación o contraindicación para el uso de materiales curriculares particulares en circunstancias específicas. Es un componente teórico indiscutido que aporta al conocimiento didáctico del contenido en el marco del presente dominio.

El *conocimiento del contenido y del currículum* orienta la mirada hacia la especificidad de la disciplina que se va a enseñar y en un tramo educativo definido. Esa mirada, enriquecida por el dominio *conocimiento en el horizonte de la disciplina*, relaciona el conocimiento del currículum de una asignatura dada con el currículum de otras desde una perspectiva transversal (conocimiento lateral del currículum) así como de asignaturas de la misma disciplina en los distintos años de la escolaridad, tanto previos como posteriores (conocimiento vertical del currículum). En particular en el caso de las Ciencias Naturales, es también importante considerar las vinculaciones y articulaciones que median entre las distintas disciplinas que las integran, ya sea en forma vertical u horizontal según estén definidas sus ubicaciones en el diseño correspondiente al nivel educativo.

Este dominio comprende aquel conocimiento que le permitirá al docente dar respuestas a cuestiones como: ¿en qué año de la escolaridad se les suele enseñar a los estudiantes la noción de cambio químico?; ¿cómo está relacionada en la articulación curricular con la construcción de cambio de estado de agregación?; ¿cuáles contenidos y enfoques de enseñanza adoptados en la escolaridad primaria pueden favorecer u obstruir la conceptualización de cambio químico?; ¿qué contenidos debieron haberse enseñado previamente para abordar las nociones básicas de la Teoría de la Relatividad Especial?; ¿qué libro de texto de Biología tiene una organización de acuerdo con los lineamientos curriculares de la Provincia de Santa Fe para 3er año de Ciclo Orientado?

- Dominio: *Conocimiento de contenido y del lenguaje*

Este dominio atiende al rol del lenguaje -verbal, simbólico, gráfico e icónico- en la construcción del conocimiento en Ciencias Naturales, no solo como herramienta esencial para su comunicación sino por su trascendencia en la atribución de significados. Entender que los significados se construyen de una manera particular en cada disciplina lleva consigo la necesidad de considerar las terminologías, las retóricas, los razonamientos y las estructuras discursivas propias.

La comunicación que se establece a través del lenguaje verbal, tanto oral como escrito, es un elemento decisivo en la enseñanza por cuanto es el medio privilegiado en que se vehiculiza un contenido y se le da sentido. Además, se constituye en el medio a través del cual los estudiantes expresan lo que entienden, sus dudas, sus errores y sus contradicciones, en suma lo que han aprendido y lo que todavía deben aprender.

Cuando se enseñan las ciencias naturales, se desarrolla un lenguaje que es específico en un proceso de alfabetización científica pues se trata de un acercamiento al discurso propio de esas ciencias. El estudiante de la educación secundaria se da cuenta de ello: no es lo mismo la clase de Historia, que la de Lengua o la de Biología, aunque en el aula, el profesor y los libros de texto usados se expresen en español. Si un estudiante dice que la clase de Física es la misma que la de Matemática, entonces ese es un buen indicador para que el profesor de Física reflexione acerca de lo dice y escribe en el pizarrón. Aún más, la clase de Biología se diferencia de la de Física o de Química por su léxico y por el lenguaje simbólico, gráfico e icónico, si bien comparten semejanzas en los modos de definir, describir, comparar, explicar e incluso argumentar.

En cada una de estas clases se enseña un contenido y se alfabetiza científicamente mientras se habla, se escucha, se lee y se escribe. Entendemos que estas tareas han de ser asumidas conscientemente por el profesor, planificando y diseñando actividades específicas para los estudiantes y atendiendo a su propio lenguaje al hablar. A través del mismo, el estudiante aprende a significar cuando se define y se ejemplifica; a dar sentido a registros observacionales cuando se describe o se compara; va más allá de lo intuitivo cuando se modeliza un sistema en estudio y sobre su base se explica; adquiere competencia para resolver un problema cuando comprende su enunciado, se lo representa mentalmente, pone en acción conocimientos y estrategias para buscar la solución y, finalmente, interpreta la solución para comunicarla y defenderla.

El aula, como escenario de enseñanza, es el lugar en el cual el docente articula un lenguaje que puede ser potencialmente facilitador u obstaculizador de los aprendizajes, en especial, teniendo en cuenta que realiza un control de lo que se habla a partir del manejo de los turnos de habla. También si adopta en su habla un

discurso estrictamente científico o fuertemente basado en el lenguaje simbólico, los estudiantes de educación secundaria pueden encontrar que el contenido es poco o nada entendible, casi como hermético y, en este caso, termina siendo un mensaje perdido. Como ya se señaló antes, el estudiante está accediendo a un discurso disciplinar en su proceso de alfabetización científica, por tanto el docente debe mantener su discurso personal dentro de la instancia de accesibilidad apropiada para esa alfabetización. Si es entendible solo para algunos, los restantes dejarán de participar progresivamente en la clase al sentirse en una suerte de discriminación.

El futuro profesor debe ser orientado en su formación específica para desarrollar competencias asociadas con este dominio. Esto es, que tal formación le ofrezca instancias concretas que le permitan:

- diferenciar entre los distintos tipos textuales presentes: el libro de texto, la guía de práctica, el informe de laboratorio, el apunte, la planificación, la observación de clase, el diario de clase, la prueba, el ensayo, el artículo de difusión, el artículo de investigación, el resumen, la reseña, todos ellos utilizados dentro del discurso científico;
- desarrollar criterios para seleccionar libros de texto para la educación secundaria teniendo en cuenta que ellos incorporan un discurso escrito que constituye una nueva voz que promueve significados en la construcción de conceptos. Además, saber reconocer la manera en que se presentan los contenidos, las cuestiones planteadas, el lenguaje utilizado (natural, escolar, simbólico, gráfico, etc.), las tramas textuales (enunciativa, interrogativa, descriptiva, argumentativa, narrativa, expositiva), la función desempeñada (evocación, ejemplificación, demostración, aplicación, información, apelación, problematización, descripción, explicación, reflexión);
- enseñar a un estudiante de la educación secundaria a leer el libro de texto o material de estudio de manera de potenciar una comprensión cada más más autónoma;
- planificar clases para la educación secundaria centradas en la enseñanza de la explicación científica escolar, de la elaboración de un informe de laboratorio, de un registro de observación en un trabajo de campo;
- analizar la pregunta en el aula como una actividad a desarrollar en encuentros de socialización en el marco de Práctica Docente IV o de Residencia sobre la base de los registros grabados en audio de alguna de las propias prácticas de enseñanza en la escuela asociada;
- practicar la escritura académica con una mirada reflexiva sobre ella ya que es importante que, en su etapa formativa, se vea escribiendo, se lea y se cuestione la claridad, la precisión y la capacidad de síntesis en sus textos. Es, además, una manera de alentar la propia

producción escrita ya que al escribir su pensamiento, lo exterioriza, lo hace perdurable y público, más factible a ser problematizado y fértil para construir conocimiento desde la práctica. Sería deseable que el futuro profesor participe en congresos de educación en ciencias naturales presentando y fundamentando un itinerario didáctico diseñado para una de sus clases durante su residencia en una escuela asociada, por ejemplo.

Finalmente, queremos resaltar que, en el escenario del aula, el docente es un actor y desde ese lugar debería ser un buen orador, con cierto dominio retórico, con un uso adecuado de la palabra en función de lo científico y de lo didáctico. Es más, un aspecto ausente en la formación docente es el conocimiento práctico en el uso de la voz, recurso base en su tarea diaria. Así como ocurre en la formación de un actor, de un locutor o de un cantante, atendiendo a las singularidades de la profesión, sería importante que desde el primer año de la carrera el Diseño Curricular del Profesorado contemple espacios donde se oriente al futuro profesor en las cuestiones prácticas del uso de la voz, para un mejor aprovechamiento y cuidado preventivo.

## ¿CÓMO PENSAR LA FORMACIÓN EN CIENCIAS NATURALES DEL PROFESOR PARA LA EDUCACIÓN INICIAL Y PRIMARIA?

En el Profesorado en Educación Primaria, la formación en Ciencias Naturales y su enseñanza se enmarca en el campo de *la Formación Específica*. La misma se realiza a través de: una unidad curricular cuatrimestral *Ciencias Naturales para una cultura ciudadana* en 1er año, ubicada en el sub-campo de *Aproximación a las problemáticas del conocimiento*, dos unidades curriculares, en 2do y 3er año, comprendidas en el sub-campo de *Saberes a enseñar y las problemáticas del Nivel*. Se complementa con un *Ateneo* ubicado en el sub-campo de las *Construcciones didácticas* en 4to año como “espacio de reflexión y de socialización de saberes en relación con las prácticas docentes, que se estructura a partir del análisis de casos específicos o problemáticas focalizadas, es decir, de un abordaje casuístico y en profundidad” (Ministerio de Educación de Santa Fe 2009 p. 22)<sup>38</sup>. El sub-campo de *Saberes a enseñar y las problemáticas del Nivel* comprende además los saberes de todas aquellas áreas cuyos contenidos han de ser objeto de enseñanza en la educación primaria, esto es: Ciencias Sociales, Lengua y Literatura, Matemática y Área Estético-Expresiva. Se complementa con una oferta de *29 propuestas de formatos reducidos opcionales* entre las que cada instituto de formación docente puede seleccionar para los espacios de definición institucional con lo que completa su proyecto educativo.

El Diseño Curricular del Profesorado de Educación Inicial tiene una estructura semejante para orientar la formación en el área de las Ciencias Naturales en el campo de la Formación Específica: una unidad curricular *Ambiente y Sociedad* en el sub-campo de *Aproximación a las problemáticas del conocimiento*, en 1er año; una unidad curricular *Ciencias Naturales y su Didáctica*, en 2do año, en el sub-campo de *Aproximación a las problemáticas del conocimiento* y un *Ateneo*, en 4to año, como espacio de reflexión en el sub-campo de las *Construcciones didácticas*. También se incluyen 5 talleres/seminarios como *propuestas de formatos reducidos opcionales* para ser seleccionados como posibles espacios de definición institucional.

Analizaremos brevemente ambos diseños desde la perspectiva de los dominios de conocimientos expuestos en el apartado 5.1. En ambos casos, la formación docente se organiza no en términos de disciplina sino de área, por tanto corresponde hablar, como categorías de conocimiento para la enseñanza (Figura 1), de: *conocimiento del contenido de Ciencias Naturales* y *conocimiento didáctico del contenido del área*. Los dominios de conocimiento asociados a cada uno atienden a las especificidades formativas del nivel y a las características etarias del sujeto de aprendizaje.

---

<sup>38</sup> Ministerio de Educación de Santa Fe, 2009. Resolución N° 528: Profesorado de Educación Primaria. Diseño Curricular para la Formación Docente.

- *Dominio del conocimiento común del contenido:* en ambos Profesorados está representado por una estructura areal con conocimientos que, sin priorizar disciplina, son comunes a cualquier ciudadano para comprender el medio natural en el que vive e interpretar fenómenos que en él acontecen. Incluye campos disciplinares que comparten el objeto de estudio -los fenómenos naturales- y la metodología de abordaje del mismo -experimental- aunque con alguna excepción como la Astronomía cuyo modo de conocer básico es la observación. Supone un conocimiento que permita una caracterización clara y pertinente de lo que se observa -con los sentidos o recurriendo a instrumentos de observación que sobrepasan los límites sensoriales-, la comprensión de organizaciones taxonómicas sobre la base de diferenciaciones y similitudes, la capacidad para inferir, relacionar y elaborar explicaciones sustentadas en una modelización de la materia y en los principios y leyes que regulan las teorías. Es un dominio que involucra un claro conocimiento de los conceptos base de cada disciplina que integra el área -de los que son comunes y de aquellos que los diferencian-, de sus procedimientos para indagar el medio y la manera en que el hombre se relaciona con él para vivir, para regular sus actividades y aun para desplegar su imaginación y su creatividad. Esto supone una complejidad importante ya que comporta dominar el conocimiento para abordar el objeto de estudio propio de cada disciplina dentro del área, con los conceptos, teorías, ideas, modelos y modos de conocer -procedimientos y actitudes- característicos de cada una de ellas.

Esta construcción escolar del área de las ciencias naturales en los dos profesorados requiere para su enseñanza un perfil docente que domine los conocimientos de las disciplinas involucradas. Esto presenta dificultades en la práctica ya que la formación docente de los profesores que se desempeñan en las unidades curriculares con contenidos de Ciencias Naturales, en ambos profesorados es disciplinar en Biología por decisión ministerial en la Provincia de Santa Fe, y con frecuencia se registra un sesgo formativo y la priorización de contenidos biológicos. Esto subsiste a través del tiempo y es causa que muchas maestras y maestros, sientan fortaleza para trabajar contenidos de Biología con los niños y las niñas en desmedro de los provenientes de los otros campos disciplinares del área que en conjunto posibilitan la comprensión del mundo en el que vivimos.

- *Dominio del conocimiento especializado del contenido:* comprende un posicionamiento para establecer los contenidos y los procedimientos (manuales y mentales) involucrados en lo que hemos denominado en el apartado 3 como *ciencia escolar*. Este dominio queda fuertemente enmarcado, para cada uno de los profesorados en cuestión, por los Diseños Curriculares para la Educación Inicial y para la Educación Primaria de la jurisdicción al momento de definir los alcances de contenido a abordar. En este sentido, acota el conocimiento (y su proceso constructivo) en torno a aquellos fenómenos que se establecen como objeto de enseñanza. Sin

embargo, es fundamental que este conocimiento especializado se sustente en el reconocimiento de los conceptos estructurantes o metadisciplinarios del área señalados en el apartado 5.1.1 y en el desarrollo histórico de las disciplinas que junto con aspectos epistemológicos y sociológicos constituyen aportes indispensables de las metaciencias para la enseñanza de las ciencias naturales. También supone tener en cuenta el proceso de construcción de los marcos teóricos generales del área y su alcance atendiendo al tramo educativo en que se va a enseñar. En este sentido, resulta importante la inclusión de aspectos históricos y epistemológicos de producción de los conocimientos en las unidades curriculares del área presentes en el diseño curricular para la formación de profesores para la educación inicial y primaria. Ello permite que el futuro profesor ponga en cuestión y revise sus propias nociones y creencias en relación con las Ciencias Naturales como área y de cada uno de las disciplinas involucradas en los contenidos a enseñar.

- *Dominio del conocimiento de contenido complementario para la disciplina:* para el caso de las Ciencias Naturales en el Profesorado para la Educación Inicial –cuyo objeto de conocimiento es el ambiente como entramado de lo natural en lo social, y de lo social en lo natural-, este dominio comprende los aportes de las Ciencias Sociales cuyos contenidos incluyen otros contenidos y miradas que posibilitan conocer el ambiente de una manera integrada. En el Profesorado para la Educación Primaria, este dominio aporta los conocimientos para un abordaje de una visión integrada de los fenómenos naturales relacionados con hechos significativos de la vida diaria, con una mirada complementaria de otros campos disciplinares como los que integran las Ciencias Sociales, la Matemática. Las unidades curriculares *Ambiente y Sociedad -Ciencias Naturales para una cultura ciudadana*, -ubicadas en 1er año en ambos profesorados- constituye una perspectiva de construcción de conocimiento que debe ser considerada no solo como una *aproximación a la problemática del conocimiento* sino como una manera de entender la complejidad de su abordaje y la articulación necesaria de los saberes de diferentes campos al enfocar otras cuestiones curriculares específicas de las ciencias naturales. Un ejemplo es el estudio de la alimentación o de la contaminación ambiental de manera integrada.
- *Dominio del conocimiento en el horizonte del área:* comprende conocimientos básicos para posicionar la mirada del futuro profesor en relación con las Ciencias Naturales como campo formativo de niños y niñas, atendiendo al tramo de la educación en la que actuará. Como futuro docente se prepara para abordar la enseñanza de contenidos de las diferentes áreas, en etapas iniciales y, por lo tanto, básicas y fundamentales en un proceso de alfabetización. El conocimiento en este dominio posibilita una vigilancia epistemológica en la construcción progresiva y articulada de la alfabetización científica que debe darse en simultáneo y en forma articulada con el desarrollo del lenguaje y de las nociones matemáticas. Los aportes de la Historia de las Ciencias y de la Epistemología de las Ciencias o Naturaleza de

las Ciencias posibilita la organización, secuenciación y articulación de los contenidos desde temprana edad, incorpora y da sentido a palabras cotidianas y genera un espacio para enriquecer el léxico infantil.

## 1. Relativo al Conocimiento didáctico del contenido disciplinar

- *Dominio del conocimiento del contenido y de los niños<sup>39</sup>*: comprende el conocimiento vinculado con los sujetos de aprendizaje destinatarios de la enseñanza en la educación inicial y primaria. Refiere a los marcos teóricos, conceptos y reflexiones sobre los sujetos de aprendizaje en cada nivel educativo, los modos de aprender, de conocer en diferentes escenarios educativos mostrando los alcances y límites de los diferentes modelos de aprendizaje de los contenidos pertenecientes a las disciplinas que integran el área de las Ciencias Naturales. La inclusión de las unidades curriculares Psicología y Educación en 1° año del campo de la formación general, y de Sujeto de la Educación Inicial y Sujeto de la Educación Primaria -según corresponda- en 2° año del campo de la formación específica en los profesorados de Educación Inicial y Primaria dan cuenta de este dominio. En este dominio se conoce el sentido y la función del juego y del lenguaje (verbal, gestual y gráfico) para un niño y se lo piensa como forma de interacción con el medio, como proceso de exploración y de construcción simbólica, dando sentido a lo que manipula, arma o desarma, a lo que dice (o no dice), a las teorías que organiza para darse respuesta que le satisfacen. Ello demanda una articulación con la unidad curricular Sujeto de la Educación Inicial y Sujeto de la Educación Primaria, según corresponda a cada Profesorado, tomando como referencia investigaciones publicadas en educación en Ciencias Naturales para ser comprendidas como aportes para organizar enfoques didácticos para el aula.
- *Dominio del conocimiento del contenido y de la enseñanza*: refiere a la forma de organizar las situaciones de enseñanza, que supone la selección de actividades y recursos, la gestión social del aula más apropiadas para promover el aprendizaje de contenidos disciplinares del área, contextualizados y adecuados para los sujetos de ese aprendizaje. Esto comporta como advertimos una cierta complejidad ya que supone diseñar la enseñanza de contenidos que demandan diferentes actividades y recursos para su enseñanza. Por ejemplo, para la enseñanza de contenidos astronómicos es necesario pensar en el uso de modelizaciones porque es imposible trabajar con los planetas en el aula. Hay que modelizar las interacciones entre la Luna, la Tierra y el Sol para comprender la sucesión del día y la noche. Las exhibiciones en un planetario y en algunas simulaciones digitales posibilita otras formas de aproximar comprensiones

---

<sup>39</sup> Se ha modificado el nombre adaptándolo al nivel etario de los sujetos de aprendizaje.

acerca de la estructura del Universo. Para enseñar las estructuras y funciones de las plantas es potente la planificación de una salida educativa a la plaza y reconocer la diversidad de las plantas según se trate de árboles, arbustos o hierbas. Mientras que si se trata de enseñar contenidos sobre los animales hay que pensar en salidas educativas, en la proyección de vídeos o en la lectura de imágenes. Si se trata de enseñar acerca de los materiales, las actividades exploratorias y experimentales son las más relevantes si bien adecuadas a las posibilidades etarias del grupo.

La construcción de estos conocimientos depende de las unidades curriculares: Taller de Práctica IV y Ciencias Naturales y su Didáctica en el Profesorado de Educación Inicial o Ciencias Naturales y su Didáctica I y II en el Profesorado de Educación Primaria.

- *Dominio del conocimiento del contenido y del currículum:* en los diseños curriculares para los profesorados de Educación Inicial y Primaria, el conocimiento del contenido y del currículum se aborda en el campo de la Formación General de la Provincia de Santa Fe. Al respecto señalamos que este dominio resulta, desde lo normativo, el más débil por cuanto los diseños curriculares datan de la etapa de vigencia de la Ley Federal de Educación N° 24.195, y que no fueron objeto en la provincia de Santa Fe de actualización curricular en el marco de los procesos de renovación impulsados a partir de la sanción de la Ley de Educación Nacional N° 26.206. Los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 2004)<sup>40</sup> constituyen en insumos centrales para dar sentido a este dominio así como al anterior.
- *Dominio del conocimiento de contenido y del lenguaje:* implica disponer del conocimiento del lenguaje científico con el que se habla, se lee, se escucha y escribe en las disciplinas del área de las Ciencias Naturales. Cuando hablamos del lenguaje científico nos referimos a una concepción ampliada que no sólo considera a los términos científicos, sino a los cuadros, tablas, gráficos, dibujos naturalistas. La disposición de este conocimiento implica a la hora de enseñar contenidos del área, revalorizar la enseñanza de estos componentes del lenguaje científico en las actividades que se proponen en el aula, pero supone reconocer su complejidad y la manera en que, gradual y progresivamente, se enriquece el lenguaje infantil a partir de su lenguaje cotidiano, se precisan términos mientras el docente habla o escribe, cuando detiene un tramo de un discurso infantil para reflexionar en una expresión, cuando incorpora una palabra que el niño no encuentra para expresar su idea. Es también pensar cómo el trazo de un dibujo y un color se constituye en una forma de descripción, como una medida (2 m) es una manera de precisar “muy alto”, cómo una narración puede dar sentido a la explicación inteligible para un niño pequeño.

---

<sup>40</sup> Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 2004. Núcleos de Aprendizajes Prioritarios para Nivel Inicial/1er Ciclo EGB o Primario/2do Ciclo EGB o Primario.

## CONSIDERACIONES FINALES

Los diferentes dominios de conocimiento presentados en el apartado anterior desglosan las necesarias competencias requeridas en la formación específica del profesor en cualquiera de las disciplinas de las Ciencias Naturales. La gestión de la enseñanza de la disciplina específica en un aula, sea real o virtual, demanda el uso de diferentes dominios de conocimiento más allá del *conocimiento común del contenido*. Por ejemplo, en una clase de educación secundaria, un docente analiza cierto error cometido por un grupo de estudiantes al resolver un problema con la finalidad de generar una instancia de re-trabajo en el aula. Podría atribuirlo a la mala comprensión del concepto involucrado, posicionándose para el análisis en el *conocimiento común del contenido*, o bien, revisando la complejidad conceptual del tema en sí desde la perspectiva del *conocimiento especializado del contenido*. Podría dilucidar qué anduvo mal mediante el análisis del procedimiento matemático realizado y su pertinencia, a partir de su *conocimiento complementario para la disciplina*. Si considera la posible repercusión de ese error en el avance del grupo de estudiantes en la escolaridad secundaria estará efectuando una consideración desde el *conocimiento en el horizonte de la disciplina*. Si estos dominios mencionados regulan su análisis, entonces claramente ese docente se posiciona en la disciplina Biología/Física/Química según corresponda. Otro profesor, ante esta situación, podría buscar, además, esclarecer el error apelando a lo que se conoce acerca del pensamiento del estudiante, posicionándose en el *conocimiento del contenido de la disciplina y de los estudiantes*. También podría revisar la manera en que diseñó su clase, las actividades propuestas y los recursos didácticos a fin de evaluar la pertinencia de estos para ese grupo etario y el contexto en el cual desarrollan sus aprendizajes. En este caso también estaría involucrando el dominio del *conocimiento del contenido y la enseñanza*. Además, podría buscar indicadores de la complejidad en el lenguaje verbal con el cual se enuncia el problema, si el estudiante reconoce solo los datos numéricos y no los ofrecidos mediante términos verbales (tales como: simétrico, pendiente, liso). En este caso, estaría poniendo en juego su *conocimiento del contenido y el lenguaje*. Este segundo profesor ha recurrido al *conocimiento didáctico del contenido disciplinar*.

La mirada docente hacia las Ciencias Naturales se construye en el proceso de formación inicial o de grado del profesor. Con esa intención el campo de la *Formación Específica* en el Diseño Curricular del Profesorado de Educación Secundaria de la Provincia de Santa Fe fue organizado desde la perspectiva teórica presentada en el apartado anterior. Para ello se definieron, al interior de dicho campo, tres ejes de conocimiento: *de la Formación en Física* -con un enfoque epistemológico en la construcción del conocimiento y formas de pensar el fenómeno físico, que no responde necesariamente en todos los casos a la evolución histórica de la disciplina-, *de la Formación Complementaria* -para acompañar la formalización y modelización de los contenidos físicos, así como la comprensión de los aportes de la Física a la interpretación actual de fenómenos químicos y

biológicos- y de la Formación en Enseñanza de la Física -para atender a los saberes indispensables para organizar y diseñar la construcción del conocimiento científico escolar, atendiendo a las problemáticas de la educación secundaria-.

La mirada docente se plasma por el aporte no solo de lo demarcado en el Diseño Curricular correspondiente sino por la manera en que lo interpreta para sí cada uno de los formadores de formadores y se involucra con compromiso para formar tal mirada desde la especificidad de su espacio curricular con una perspectiva amplia e integrada con sus pares. La gestión de estos modos de dar sentido y encontrar formas de trabajo articulada y colaborativa es responsabilidad de la institución, específicamente de sus directivos y de sus jefes de carrera.

La falta de relación entre los resultados de la investigación en educación en ciencias naturales y su uso para mejorar la práctica docente, es bien conocida desde finales de la década de 1980, pero lamentablemente está aún vigente. El informe de Blackburn y Moissan publicado en 1987 sobre la formación inicial y continua del profesorado de la Unión Europea, mostró la existencia de una profunda brecha entre la teoría -asociada a la investigación sobre formación del profesorado- y la práctica habitual (Solbes et al. 2018)<sup>41</sup>. Las revistas de investigación han dado gran importancia a esta falta de relación (McGoey y Ross 1999)<sup>42</sup>. En lo que respecta a los profesores a cargo de espacios curriculares en la formación docente, no todos conocen aportes de las investigaciones educativas vinculadas con la enseñanza de las ciencias naturales o acceden a revistas de didáctica de las ciencias o acostumbran a participar de congresos educativos con producciones propias. Son contados aquellos que publican en revistas de la especialidad. Es frecuente que recurran a algunas de divulgación científica (aunque habría que revisar los criterios de búsqueda y de selección bajo los cuales se analiza la pertinencia de estas publicaciones) para orientar a sus estudiantes. Probablemente se relacione con la creencia acerca de que mientras más se sabe sobre los contenidos conceptuales de la disciplina mejor se enseña.

De acuerdo con lo hemos señalado en este fascículo, consideramos necesario realizar algunas observaciones generales acerca de los diseños curriculares. Algunas de ellas ya se han mencionado pero las reiteramos como refuerzo. Como documento normativo de la formación docente y orientador de la práctica en que la misma se realiza, un diseño curricular para la formación del profesor en Biología/Física/Química y del profesor de educación inicial y primaria ha de:

- incluir como espacio curricular a las metaciencias en la enseñanza de las Ciencias Naturales en los profesorados para la educación secundaria o como contenido de las Ciencias Naturales y su Didáctica

---

<sup>41</sup> Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M. C., Cantó, J. y Guisasola, J., 2018. Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), pp. 25-44.

<sup>42</sup> McGoey, J. y Ross, J., 1999. Guest editorial: Research, practice, and teacher internship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, pp. 121-130.

en los diseños curriculares para los Profesorados de Educación Inicial y Primaria;

- incorporar contenidos de Biología en la formación del profesor de Física, que posibiliten el estudio de la vida en todos sus niveles de organización y el abordaje de los fenómenos naturales desde una perspectiva interdisciplinaria. "Desde el paradigma de una visión integral de las funciones biológicas, donde el sistema biológico no es simplemente la suma de sus componentes moleculares, sino más bien su integración funcional" (Glaser, 2003)<sup>43</sup>. Algunas preguntas que son preocupación del campo de la Biofísica: ¿cómo funcionan las proteínas?, ¿qué función cumplen las membranas biológicas? Tal inclusión de contenidos permitiría profundizar acerca de las leyes fisicoquímicas que rigen el comportamiento de estos sistemas tan dinámicos;
- incorporar bibliografía de base y referencias a sitios virtuales confiables para acceder a información, simulaciones, laboratorios remotos y propuestas de enseñanza, en cada una de las materias/asignaturas, talleres o seminarios como referencia para que cada formador de formadores organice su planificación anual;
- ofrecer referencias a revistas electrónicas y otros sitios virtuales donde los docentes de las didácticas específicas, de Práctica Docente/Práctica de la Enseñanza y de Residencia puedan encontrar material confiable referido a la Didáctica de las Ciencias;
- instar a las instituciones de formación docente a organizar encuentros zonales de docentes para presentar ponencias y discutir aspectos científicos y didácticos de interés, como forma de socializar formas de trabajo, experiencias didácticas, marcos teóricos, problemáticas;
- incluir orientaciones didácticas en los diseños curriculares para las unidades curriculares de Ciencias Naturales y su Didáctica de los Profesorados para la Educación Inicial y Primaria, teniendo en cuenta que con frecuencia los responsables de esos espacios tienen formación disciplinar que obstaculiza la enseñanza de contenidos de los campos disciplinares involucrados en el área;
- considerar espacios de articulación específicos en la formación entre las unidades curriculares de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación y aquellas vinculadas con las didácticas específicas;
- incentivar, durante la formación de profesores, el diseño y desarrollo de proyectos educativos con enfoque CTSA o STEAM con la participación conjunta de estudiantes y formadores de formadores de diferentes espacios curriculares. Esto contribuiría a que los futuros docentes comprendan, a partir de su propia experiencia, la complejidad y posibilidades de un trabajo integrado entre las diferentes disciplinas del área de las ciencias naturales y la manera

---

<sup>43</sup> Glaser, R., 2003. Biofísica. España: Acribia.

de involucrarse colaborativamente en su desarrollo. Asimismo se constituiría en una interesante oportunidad para que los profesores de los espacios curriculares específicos revisen y reflexionen acerca de su compromiso y aporte a la consolidación tanto del dominio del conocimiento especializado del contenido como del dominio del conocimiento de contenido complementario para la disciplina, involucrados en un diseño curricular para la formación de profesores;

- incorporar orientaciones, a modo de referencia, tanto para el diseño y el desarrollo de propuestas didácticas en diversas situaciones de enseñanza como de evaluación;
- ampliar y profundizar el conocimiento disciplinar en los profesorados de secundaria y de inicial y primaria acerca de la problemática ambiental y el avance hacia la sostenibilidad, teniendo en cuenta la situación de auténtica emergencia planetaria.

Nos interesa realizar algunas consideraciones finales emergentes del análisis de los diseños curriculares y de su implementación en la práctica. El Profesorado para la Educación Secundaria en Biología, los Profesorados en Física y en Química de la UNR no incluyen unidades curriculares que asuman el abordaje del lenguaje científico en el plan de estudios, por lo cual entendemos que es un campo de vacancia en la formación de los futuros profesores. En relación con los Profesorados de Educación Inicial y de Educación Primaria, entendemos que las unidades curriculares del área deben constituirse para ser desarrolladas, al menos, por parejas pedagógicas de modo de no generar miradas sesgadas que privilegie alguna de las disciplinas involucradas, como ocurre actualmente en la provincia de Santa Fe. Los diseños curriculares para la formación de profesores, como hemos señalado, deberían contemplar espacios donde se oriente al futuro profesor en el uso de la voz para un mejor aprovechamiento de este recurso y cuidado preventivo.