

★
Segunda
edición
revisada y
ampliada
★

María Dibarboure

... y, sin embargo,
se puede enseñar
ciencias naturales

... y, sin embargo, se puede enseñar ciencias naturales

Segunda edición revisada y ampliada

© 2025, María Dibarboure

© 2025, Ediciones Santillana S.A.

Juan Manuel Blanes 1132. 11200 Montevideo

Teléfono: 2410 7342

Montevideo, Uruguay

edicion@santillana.com

www.santillana.com.uy

Esta obra fue realizada en el Departamento Editorial de Ediciones Santillana.

Dirección editorial: Alejandra Campos Ferrá

Coordinadora de arte: Andrea Natero Felipe

Diagramación: Verónica Pimienta

Ilustración de tapa: VectorMine (Getty images).

Primera edición: 2009

Segunda edición revisada y ampliada: setiembre de 2025

Impreso en Uruguay. *Printed in Uruguay*

ISBN: 978-9974-92-635-6

Hecho el depósito que indica la ley.

Este libro no puede ser reproducido total ni parcialmente en ninguna forma ni por ningún medio o procedimiento, sea reprográfico, fotocopia, microfilmación, mimeógrafo, o cualquier otro sistema mecánico, fotoquímico, electrónico, informático, magnético, electroóptico, etcétera. Cualquier reproducción sin el permiso de la editorial viola derechos reservados, es ilegal y constituye un delito.



SUMARIO

| | |
|---|-----------|
| PRÓLOGO DE LA SEGUNDA EDICIÓN QUINCE AÑOS DESPUÉS | 9 |
| PRÓLOGO..... | 17 |
| INTRODUCCIÓN..... | 21 |
| PRIMERA PARTE: QUERER QUE SE PUEDA | |
| CAPÍTULO 1 | |
| Querer que se pueda... ¿Por qué? Porque la ciencia forma parte de la cultura | 27 |
| Las ausencias | 27 |
| La necesidad de presencias | 29 |
| La importancia de enseñar a pensar científicamente | 31 |
| Enseñar a pensar científicamente | 35 |
| Más que una expresión de deseo | 38 |
| CAPÍTULO 2 | |
| Aspectos a considerar para que se pueda..... | 39 |
| Aprender ciencias más allá de las dificultades..... | 39 |
| Qué aprender | 43 |
| SEGUNDA PARTE: QUÉ HACER EN RELACIÓN A LOS CONTENIDOS PARA QUE SE PUEDA | |
| CAPÍTULO 3 | |
| ¿Qué hacer con los contenidos para que se pueda? | 53 |
| La importancia de una definición amplia de contenido | 53 |
| Las ideas estructurantes de las disciplinas escolares..... | 55 |
| Los contenidos científicos en la escuela | 59 |
| CAPÍTULO 4 | |
| ¿Qué hacer con los contenidos biológicos para que se pueda? | 65 |

... y, sin embargo, se puede enseñar ciencias naturales

| | |
|--|----|
| Uma maneira diferente de acercarnos a la biología..... | 65 |
| Los contenidos biológicos: el marco disciplinar de referencia..... | 68 |
| ¿Vivo o inerte?... un problema biológico en la escuela..... | 72 |
| La vida se organiza desde lo pequeño | 85 |

CAPÍTULO 5

| | |
|--|-----------|
| ¿Qué hacer con los contenidos químicos para que se pueda?..... | 91 |
| Ideas y conceptos claves | 91 |
| La química y la física como formas de mirar | 92 |
| La química por todas partes | 92 |
| Las protagonistas: las sustancias | 94 |
| Desde la relación con otras..... | 99 |
| Las sustancias también reaccionan | 101 |
| Los conceptos anteriores... una mirada microscópica..... | 102 |
| Temáticas escolares que involucran los marcos conceptuales presentados | 108 |

CAPÍTULO 6

| | |
|---|------------|
| ¿Qué hacer con los contenidos físicos para que se pueda?..... | 117 |
| La física y el reto de su enseñanza..... | 117 |
| Marcos conceptuales para la física escolar | 119 |
| Comencemos con la energía..... | 120 |
| Pensando en la enseñanza... Análisis de una situación cotidiana | 131 |
| La idea de fuerza | 133 |
| La luz | 134 |
| La electricidad y el modelo corpuscular de la materia..... | 137 |
| La física y por qué es un reto su enseñanza..... | 140 |

CAPÍTULO 7

| | |
|--|------------|
| ¿Qué hacer con la metodología científica para que se pueda?..... | 141 |
| La metodología científica en el contexto científico..... | 142 |
| La metodología científica en el contexto escolar. Diferencias y semejanzas | 149 |
| La metodología científica y los procedimientos escolares... | |
| En busca de evidencias | 151 |
| La exploración y la experimentación | 156 |
| Ordenando ideas... pensando en la enseñanza | 161 |
| Qué hacer con las evidencias | 164 |

CAPÍTULO 8

| | |
|--|------------|
| La historia de la ciencia... Mucho más que un recurso para la enseñanza | 169 |
| El porqué... | 169 |
| Razones desde la propia ciencia | 170 |
| Razones desde la psicología cognitiva | 171 |
| Pensando en la enseñanza | 173 |
| Recorrido histórico, ejemplos pensando en la enseñanza | 176 |
| La formulación del problema, ejemplo desde el contexto de origen..... | 185 |
| Descubrimiento o hecho experimental, ejemplos históricos | 190 |
| Citas o pensamiento | 194 |

TERCERA PARTE: QUÉ HACER PARA QUE SE PUEDA DESDE LA ENSEÑANZA**CAPÍTULO 9**

| | |
|---|------------|
| Las analogías: recurso para enseñar, estrategia para aprender..... | 197 |
| Concepto y caracterización | 197 |
| Sus usos: los porqué sí, los cómo y sus cuidados..... | 199 |
| Las analogías y el cambio conceptual..... | 203 |
| La historia de la ciencia como argumento y referencia..... | 204 |
| Ejemplos de interés escolar | 206 |

CAPÍTULO 10

| | |
|---|------------|
| ¿Qué hacer desde la enseñanza para que se pueda? | |
| Leer y escribir para aprender | 215 |
| Introducción..... | 215 |
| Enseñar a leer ciencias naturales..... | 218 |
| Leer | 219 |
| Leer ciencias naturales | 222 |
| Enseñar a leer ciencias naturales..... | 229 |
| ¿Cómo intervenir para ayudar a la comprensión? | 232 |
| Aprender escribiendo | 236 |
| Contexto científico..... | 236 |
| Contexto escolar | 241 |

CUARTA PARTE: ORIENTACIONES PARA QUE SE PUEDA**CAPÍTULO 11**

| | |
|---|------------|
| La intervención docente | 249 |
| Enseñar ciencias naturales..... | 249 |
| La intervención docente durante la situación de aula..... | 265 |

CAPÍTULO 12

| | |
|---|------------|
| Bibliografía de consulta para que se pueda | 293 |
| Artículos, capítulos, libros que nos pueden ayudar..... | 293 |

| | |
|---------------------|------------|
| ANEXOS | 301 |
| ANEXO 1 | 301 |
| ANEXO 2 | 312 |
| ANEXO 3 | 318 |
| ANEXO 4 | 334 |
| ANEXO 5 | 341 |
| ANEXO 6 | 349 |

AGRADECIMIENTOS

En esta segunda edición no olvidamos los anteriores y remarcamos el agradecimiento muy especial a los docentes que han usado, confiado y dado vida al material, lo cual permitió varias reimpresiones.

Por ellos y para ellos tiene sentido este segundo ensayo revisado y ampliado.

A la Editorial Santillana, a Omar Adi Santos y Alejandra Campos, va el eterno agradecimiento por la confianza y el respeto profesional con que siguen alentando nuestros trabajos.

A mis nietos, Inés y Francesco.



MARÍA DIBARBOURE

Es química farmacéutica (egresada de la Universidad de la República, Uruguay) y magíster en Psicología Cognitiva (egresada de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales —Flacso— y la Universidad Autónoma de Madrid). Cuenta con el Diploma Superior en Constructivismo y Educación (Flacso, Buenos Aires). Es especialista en Didáctica de las Ciencias (Flacso, Buenos Aires).

Ha sido docente de Ciencias Físicas y Taller de Ciencias en Institutos Normales de Montevideo, así como formadora de maestros en el área de ciencias naturales en diferentes experiencias de la Administración Nacional de Educación Pública y tutora de estudiantes de maestría en la Universidad de la República y en la Universidad Claeh.

Entre 2009 e inicios del 2015, fue directora del Programa de Educación del Claeh. Del 2015 al 2020 fue Consejera del Consejo de Formación en Educación.

María participó en varias publicaciones colectivas. Además, es autora de textos de ciencias para niños y tiene artículos publicados en revistas nacionales y extranjeras.

Ha sido consultora de la Unesco en el área de evaluación de aprendizajes.

Actualmente dicta seminarios en diversas maestrías y doctorados en enseñanza en UCLAEH.

PRÓLOGO DE LA SEGUNDA EDICIÓN *QUINCE AÑOS DESPUÉS*

*Cuando uno revisa,
se revisa
y es necesario
una suerte de coraje
para decidir
qué guardar
qué romper
para elegir definitivamente
los símbolos.*

MARISA SILVA

¿Por dónde retomar o cómo llegamos hasta aquí?

En junio de 1999, la revista española *Cuadernos de Pedagogía* propuso un monográfico referido a la enseñanza de las ciencias. Aureli Camañó Ros hace la introducción del monográfico con un artículo que tituló “Enseñanza de las Ciencias en el umbral del año 2000”. En esa introducción se establecía que esa década (la del noventa) había sido prolífica en investigación didáctica, en cambios curriculares y en la producción de recursos educativos, pero “el día a día en las aulas dista

mucho de reflejar una situación de progreso” (Caamaño Ros, 1999:42).¹ Los demás artículos presentaron un abordaje diferente, miraron hacia adelante, marcaron por dónde pasaban las tendencias y en qué habría que poner foco para la mejora. Cuando releemos aquel material, tenemos la sensación de que la llegada del 2000 daba lugar a esperar cambios importantes. Cada lector podrá reflexionar qué ha pasado en este tiempo.

Entre los artículos de ese monográfico se presenta uno de particular interés en estos tiempos: “Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias”, escrito por Sanmartí, Izquierdo y García, tres especialistas referentes del Departamento de la Didáctica de la Matemática y Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona. Ese artículo comienza: “El reto actual de la clase de ciencias no es tanto trasmitir la información como enseñar a utilizarla, a establecer relaciones entre informaciones aparentemente dispares y, muy especialmente, a comunicar ideas e interpretar las expresadas por los demás” (p. 54).²

En abril de 2018, Neus Sanmartí visitó y trabajó con docentes en Uruguay. En esa ocasión, tuve la oportunidad de recordar las ideas de aquel monográfico y le consulté públicamente cómo se explicaba ella que, pasados casi veinte años, fuera necesario volver una y otra vez a trabajar sobre las mismas ideas, tal como señalaba Aureli Caamaño. Su respuesta fue muy concreta: “No es fácil cambiar la cultura escolar, es necesario que muchos estén por encima de algunos y es fundamental promover la conciencia de lo que está en juego. Sin convencimiento, no se vencen las resistencias y los cambios no llegan”.

Por eso llegué hasta aquí, vuelvo a pensar en la pertinencia de lo escrito quince años atrás porque sigo pensado y creyendo que es posible. Quisiera seguir militando por el “muchos por encima de algunos” y colaborando con la creación de la “conciencia” de lo que está en juego.

1 Caamaño Ros, A. (1999). Enseñanza de las Ciencias en el umbral del 2000. *Cuadernos pedagógicos*, 281, pp. 40-42.

2 Sanmartí, N., Izquierdo, M. y García, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, 54-58.

En tiempos de turbulencias, un recorrido personal

En nuestro país, las ciencias naturales siguen teniendo un lugar secundario en los programas de la educación básica. Según he visto y conversado con colegas argentinos, algo parecido ha ocurrido en la región: limitada carga curricular y un discurso sobre metodologías de enseñanza que en general no se corresponden con la realidad.

En mi época escolar, en la década de los sesenta, la ciencia era transmitida. Había un enfoque marcado por la idea de que la escuela debía divulgar los saberes de las ciencias. Piagetianamente, el nivel de desarrollo de los niños no ameritaba otra ciencia. Solo unas pocas escuelas apostaban en ese entonces a una enseñanza de ciencias diferentes: las que seguían el Plan Estable, un plan que ponía a las ciencias como la base de la currícula escolar. La propuesta no dejó de ser un proyecto piloto que nunca se generalizó.

Cuando inicié el ejercicio de la docencia, el enfoque que pretendía imponerse para la enseñanza de las ciencias era el enfoque por descubrimiento. Con un soporte teórico claramente positivista y de ciencia ingenua —como diría Chalmers—, se ponía a los niños y jóvenes frente a situaciones para ser observadas y “descubrir” algunos aspectos que, en épocas anteriores, eran directamente informados por el docente. Se sostenía que la realidad estaba allí y había que descubrirla.

Los manuales de la UNESCO en ese entonces nos proporcionaban experiencias y técnicas para el aula que estaban relacionadas con las temáticas programáticas, similares en toda la región. Los niños disfrutaban haciendo experimentos, aunque no estaba claro por qué lo hacían y qué se aprendía de ellos.

En esos manuales —vistos por los maestros como materiales auxiliares— no había explicaciones de por qué ocurría lo que ocurría en los experimentos o situaciones planteadas. Las rutinas se universalizaban y algunas explicaciones circulaban.

En ese período, ya como docente de formación docente (década de los ochenta), pude ver que algunas de las explicaciones que circulaban en aquellos manuales no eran correctas desde el punto de vista científico, pero más allá de eso, comencé a preguntarme sobre el *para*

qué de esas propuestas, cuál era el fundamento de esas experiencias y en qué medida resultaban formativas para quienes las vivenciaban.

La divulgación tiene una intencionalidad clara y un fundamento teórico. Podemos acordar o no que sea el enfoque que predomine en la escuela para todas las temáticas científicas. Pero el enfoque por descubrimiento, ¿en qué supuestos se planteaba?, ¿qué propósitos se buscaban con su implementación? El centro de atención era la experiencia: el conocimiento está en la realidad y hay que descubrirlo. Un enfoque donde la ciencia se asocia o se concibe como un área del conocimiento que tiene a la experimentación como el punto clave para la construcción de conocimiento. Los supuestos eran criticables.

Un método científico establecido, rígido, independiente del objeto de estudio, estaba lejos de ser lo adecuado para enseñar. No solo daba una imagen equivocada de lo que ocurre en la ciencia, sino que dejaba afuera algo que siempre entendí que era clave trabajar: el pensamiento científico.

Ya trabajando en la profesionalización de maestros y poniendo en discusión crítica estos recorridos, aparece un enfoque didáctico que parecía subsanar problemas de los anteriores enfoques. Aparece la indagación como propuesta para la enseñanza de las ciencias. Este modelo didáctico concibe a la ciencia como un emprendimiento de construcción humano, que utiliza una metodología variada y produce ideas que cambian con el tiempo. Este modelo pone en el centro a la pregunta que origina un problema, pregunta que ha recibido el nombre de pregunta investigable, para marcar su naturaleza y diferenciarse de otras preguntas posibles en el escenario escolar.

Las investigaciones realizadas en la década de los ochenta hacen que autores de diferentes partes del mundo se sumen y alienten una enseñanza que tenga esta perspectiva y, con ella, concebir como contenido dentro de las temáticas programática la propia naturaleza de la ciencia.

Han pasado cuatro décadas y me pregunto qué ha ocurrido. En esos cuarenta años se han propuesto varias reformas curriculares y planes de estudio. Seguimos viviendo la tensión —y discusión, sobre todo— en los contenidos disciplinares para cada tramo educativo.

Recientemente se han incorporado otros elementos a la discusión y refieren más a planteos didácticos: enseñanza basada en problemas, enseñanza por proyectos y espacios para trabajar lo interdisciplinar. Estos modos de enseñar están lejos de ser nuevos. Las escuelas de tiempo completo en el país, ya en los noventa, nacen con el enfoque de proyectos en todas las áreas disciplinares en la extensión horaria. La enseñanza basada en problemas y el trabajo interdisciplinario fue una de las características de la propuesta de áreas integradas, experiencia que se realizó en el país desde mediados de los ochenta y que involucró a las escuelas de práctica.

¿Entonces? Entonces, seguimos pensando que la reflexión debe volver a encausarse. La cuestión no pasa por tironear contenidos ni por poner nombres nuevos a viejas estrategias de enseñanza. Creemos necesario volver a las preguntas originales: *¿para qué enseñar ciencias naturales en la educación básica?* El conocimiento científico no nos da respiro respecto a su creación y muchas veces no alcanzamos a comprenderlos. Los niños, desde pequeños, están rodeados de artefactos y situaciones que toman con mucha naturalidad, pero no se preguntan cómo es posible.

El *para qué* condiciona, sin duda, el resto de las preguntas y posibles decisiones. Mientras estamos escribiendo estas notas que introducen la segunda edición (revisada y ampliada) de... *Y, sin embargo, se puede*, la discusión de los docentes en el marco de la reforma educativa 2022-2023 sigue asociada a la tensión de las asignaturas, pero básicamente a que es un plan pensado desde las competencias vinculadas con esas asignaturas. Allí está el *para qué* del que se hablaba en párrafos anteriores.

¿Qué supone una enseñanza pensada desde las competencias? ¿Qué noción de competencia? ¿Todos entendemos lo mismo con esta expresión? ¿En qué cambia la enseñanza en el ámbito de las ciencias naturales?

Siguiendo con el recorrido personal, recuerdo que, por estos lares, a fines de los noventa y comienzos de los dos mil, enseñar por

competencias ya invadía el terreno educativo. La bibliografía relacionada con investigaciones didácticas y teorizaciones introducían la idea de competencia como una forma de promover cambios en educación, cambios que estuvieran acordes al mundo que se avecinaba.

A nuestro parecer, ocurrió que la palabra nacida y usada en un contexto empresarial se traslada al contexto educativo sin reacomodar el significado. Los pedagogos que leíamos (Cullen, Meirieu, Zabala, Tardif, entre otros) presentaban definiciones personales, donde adecuaban la visión empresarial original. Estas definiciones no eran claras y promovieron desde un comienzo una tensión entre opiniones favorables y detractoras en función de los paradigmas pedagógicos con los que se las estudiara.

El tiempo ha pasado y estos autores siguen escribiendo y actualizando fundamentos y conceptos para los educadores, tratando de afinar y ajustar la idea que está detrás de la noción de competencia para la educación.

Otra pregunta me resuena en este tiempo: ¿hasta qué punto una enseñanza de las ciencias basada en competencias mejora los aprendizajes de los niños y jóvenes respecto a las ciencias?

Las preguntas siempre han sido aliadas para ayudar a pensar: ¿qué saberes deberían tener las personas para comprender pedacitos del mundo?, ¿qué deberían poder hacer con esos saberes?, ¿qué papel le asignamos a comprender fenómenos y teorías?, ¿en qué medida ciertos saberes nos ayudan a desarrollar el pensamiento?

Y aquí es donde retomo el camino iniciado. Creo en una ciencia que enseñe a pensar, a no quedarnos con lo que se percibe, a encontrar lo que determina o particulariza un fenómeno o situación, a analizar, a encontrar explicaciones y, esencialmente, una ciencia que enseñe a preguntar. La ciencia y su aprendizaje mirado desde este lugar promueve desarrollos en las habilidades de pensamientos de las personas que trascienden los contenidos trabajados.

Si tuviera que elegir una manera de definir lo que implica *competencia científica* elijo la expresada por Emilio Pedrinaci:

Conjunto integrado de capacidades para utilizar el conocimiento científico a fin de describir, explicar y predecir fenómenos naturales,

para comprender los rasgos característicos de la ciencia; para formular e investigar problemas e hipótesis, así como documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre un mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él (2012, p. 274).³

Preocupa que las discusiones sobre si o no enseñar por competencias nos distraiga de otras discusiones. ¿Qué formación queremos para nuestros niños y jóvenes para un futuro tan incierto como el que tendremos? La definición elegida, y que comarto, trae implícita una posible respuesta.

Compromiso redoblado: segunda edición revisada y ampliada de ... y, sin embargo, se puede enseñar ciencias naturales

Cuando en 2008 aparece la segunda versión de *Aprendices y maestros*, de Juan Ignacio Pozo, me maravilló la capacidad de su autor para autorrevisarse. Poder mirar doce años después un material de tanta riqueza conceptual y tan querido por él y explicitar aciertos, debilidades y adecuaciones necesarias a los nuevos contextos da cuenta de la profesionalidad de su autor. Para quienes hemos sido lectores de ambas ediciones ha sido un verdadero aprendizaje.

Salvando las distancias del caso, hoy me enfrento a un reto similar y lo he vivido con mucha responsabilidad. Los editores de ... y, sin embargo, se puede enseñar ciencias naturales me han pedido, para una nueva impresión, que realice una revisión del material editado a principios del 2009. Me alegra saber que el libro ha tenido historia con los docentes y los estudiantes, que se ha reimpresso varias veces y que hay en él ideas con vigencia que dan sentido a volver a pensar en su contenido para mejorarlo y adecuarlo a estos tiempos escolares.

Aunque Pozo no lo sepa, he tenido un gran maestro y por eso seguiré algunos de sus pasos. Empezaré por preguntarme: ¿qué ha

3 Pedrinaci, E. (coord.) (2013). *El desarrollo de la competencia científica. 11 ideas clave*. Graó.

cambiado en este tiempo?, ¿las ideas y actividades pensadas entonces siguen teniendo sentido?, ¿qué información nos brinda la investigación más reciente que nos obliga a reafirmar o modificar ideas?

La revisión nos ha obligado a ser críticos con nosotros mismos y con nuestra propia producción. Algunos planteos que surgieron de la experiencia e ideas que se fueron construyendo a partir del contacto y el trabajo con docentes y con niños hoy deben sostenerse desde sólidos marcos teóricos y apoyados por las investigaciones.

Se han promovido programas de investigación relacionados con la psicología cognitiva, del aprendizaje y del desarrollo que dan luz a lo que ocurre con los escolares cuando aprenden en forma natural y cuando lo hacen en un contexto de escolarización que tiene sus propias normas como es la escuela. Las ciencias naturales han sido el escenario elegido por muchos de esos programas.

La investigación en didáctica de las ciencias también se ha desarrollado en este tiempo, marcando líneas a manera de sugerencias para el trabajo en el aula, en especial referidas a la necesidad de trabajar explícitamente la naturaleza de las ciencias no solo como marco, sino como contenido.

A partir de esas premisas revisamos el material, modificamos aquello que pensamos que ha perdido pertinencia y agregamos ideas nuevas para ser consideradas para la mejora de los aprendizajes de los escolares. También aparecen capítulos nuevos.

Estoy cada vez más convencida de la necesidad de que la escuela promueva un verdadero encuentro entre la ciencia y los niños, por ello se refuerzan los argumentos para que la ciencia conquiste un espacio en las aulas que aún no tiene.

El presente material procura conversar con el lector sobre esos aspectos. Vuelve a ser mi intención que las ideas expuestas permitan otra vez un diálogo personal del lector con sus propias ideas, con su experiencia, con sus intenciones, con sus acciones.

Al mismo tiempo, queremos promover una mirada que se salga de lo personal para ir al encuentro del diálogo con otros. Ojalá este nuevo material cobre vida con las nuevas generaciones de estudiantes y maestros porque así habrá tenido sentido su reescritura.

PRÓLOGO

POR QUÉ... “Y, SIN EMBARGO, SE PUEDE ENSEÑAR CIENCIAS NATURALES”

La expresión ... *y, sin embargo, se puede enseñar ciencias naturales* corresponde a un artículo publicado en 1987 en la revista española *Infancia y Aprendizaje* por J. I. Pozo, quien generosamente, ante nuestra solicitud, nos dio la aprobación y nos alentó a usarla.

En el artículo se presenta brevemente, y como introducción al resto de los artículos de ese número de la revista, la evidencia de la falta de aprendizajes de los alumnos en el área de las ciencias. El artículo aliena a que los docentes encargados de la enseñanza tomen conciencia de lo que ocurre, como primer paso para mejorar la situación.

Hemos usado desde entonces esa expresión como bandera en la difusión de revisiones conceptuales, en el análisis de enfoques didácticos y en la discusión de situaciones de enseñanza.

Es nuestro propósito tomar el espíritu de aquel artículo de Pozo como mensaje del presente material en su conjunto, dar cuenta de que es necesario tomar conciencia de que hay dificultades intrínsecas a todo aprendizaje y dificultades propias del aprendizaje de las ciencias; relacionar esas dificultades intrínsecas con el valor formativo en relación al desarrollo de habilidades intelectuales como forma de argumentar a favor de su enseñanza más allá de las dificultades; presentar

algunas ideas y estrategias de enseñanza que desde la teoría y desde la práctica nos muestran que sí es posible mejorar los aprendizajes de ciencias en los niños.

Ponemos el énfasis no en lo que justifica al “*sin embargo*”, aunque presentaremos tal justificación como forma de poder dar cuenta de cómo superar dificultades; pondremos el énfasis en el “*se puede*”, que en definitiva es lo que da sentido a la existencia de este libro. Ojalá llegue a los lectores ese sentir y el material contribuya a la reflexión.

Al cierre de la impresión...

“Al volver la vista atrás,
se ve la senda...”

Que con permiso del poeta,
se ha de volver a pisar.

El material que el lector tiene en sus manos es el producto de mucho tiempo de trabajo y ejercicio profesional referido a la enseñanza de las ciencias especialmente en el ámbito escolar.

Se fue escribiendo durante ese recorrido y es el resultado de la historia vivida entre disciplinas, aulas, niños, maestros, lecturas y fundamentalmente encuentros de reflexión sobre lo que hacemos y sus porqué.

Lógicamente en ese recorrido nos hemos basado en el programa escolar para escuelas urbanas, que resulta ser el material válido para los docentes hasta la fecha.

En estos momentos estamos ante un nuevo programa escolar que se ha implementado a partir del corriente año 2009.

Ante esta situación nos comprometimos a revisar el material y ajustar lo que entendíamos correspondía hacerse. A consecuencia de ello, aparecen algunos pie de página que no fueron pensados en su comienzo y que permiten articular la vieja propuesta con la nueva.

Para nosotros, es muy importante que los lectores tengan presente que el mensaje del libro en su conjunto va más allá de contenidos programáticos. Hemos trabajado con contenidos disciplinares, con los recortes de los mismos que nos han parecido pertinentes, y fundamentalmente hemos pensado en su enseñanza.

Seguimos pensando, y con mucha fuerza

... Y, SIN EMBARGO, SE PUEDE.

INTRODUCCIÓN

*Elegir el camino fácil cuando se puede intentar lo difícil
es quitarle la dignidad al talento.*

JOSÉ MARTÍ

POR QUÉ ... Y, SIN EMBARGO

La situación de partida

Hoy más que nunca, los adultos somos conscientes de lo que significa el conocimiento científico en el mundo actual y por ello comprendemos la importancia que tiene la enseñanza de las ciencias en los diferentes ámbitos educativos.

Más de la mitad de lo que la ciencia ha producido como cuerpo de conocimiento se produjo en la segunda mitad del siglo XX y se cree que en apenas dos décadas ese conocimiento se podrá triplicar. Existen posibilidades comunicacionales que facilitan, además, el intercambio entre grupos de investigadores, lo que promueve mayor avance.

Sin embargo, y a pesar de que nadie niega la importancia de su enseñanza, no es tan claro y no hay tanto acuerdo en *qué ciencia enseñar y cómo*.

... y, sin embargo, se puede enseñar ciencias naturales

Elementos para el análisis

En toda situación de enseñanza en la que el contenido esté referido a las ciencias naturales, subyace un modelo de enseñanza que a su vez se relaciona con una concepción de ciencia y una concepción de aprendizaje.

¿Qué ha pasado con los docentes respecto a la enseñanza de las ciencias en estos últimos tiempos? Creemos que nos hemos visto movilizados desde los diferentes aspectos mencionados.

Aprendimos una ciencia que no es la que tenemos que enseñar

En general los docentes de hoy en su mayoría nos formamos con el paradigma de una ciencia inductivista, considerando que el conocimiento era producto de una observación objetiva de los hechos y fenómenos y que la percepción inducía a la producción de conocimiento. Bastaba con *saber mirar y escuchar a la naturaleza para conocer*. Y algo más: la idea de que el conocimiento científico es conocimiento probado.

La visión de ciencia que hoy debemos manejar, a la luz de lo que nos dicen los epistemólogos contemporáneos, es una visión diferente. Hablamos de una ciencia que construye saber en forma de modelos en su mayoría teóricos, que se maneja con probabilidades y no con certezas, que procede falseando y no probando. Es una ciencia que considera entre otros aspectos que la observación de la naturaleza es subjetiva en tanto el sujeto que observa lo hace desde su teoría.

Visto así, el cambio entre estas posturas es complejo, puesto que, por ejemplo, el rol que cumple en ambos la experimentación —procedimiento de trascendencia escolar— es sustancialmente diferente.

Sin duda que se requiere de tiempo para procesar estos cambios si es que nos convencemos de la importancia de estos y del modo en que nos influyen a la hora de pensar en una enseñanza de las ciencias.

Nos enseñaron a enseñar desde otra perspectiva respecto del aprendizaje

La concepción de aprendizaje que predomina en las aulas de ciencia es una versión clásica del constructivismo. De algún modo se reco-

noce la importancia del conocimiento previo de los alumnos, se admite que es necesario enseñar desde esas ideas, se ha tomado conciencia de que el nuevo conocimiento debe tener algún significado para el sujeto que aprende, pero estamos demasiado asociados a la idea de que hay *una ciencia* que los niños no pueden aprender porque no están en condiciones para ello.

Cuesta considerar que existe otra mirada, la que surge desde los enfoques socioculturales y que nos alienta a manejar la idea de que el niño puede en la medida que le demos, en forma orientada, la posibilidad para ello.

El modelo de enseñanza que tenemos por delante

Finalmente también hay orientaciones desde la didáctica que provocan otras tensiones. Se plantea un modelo de enseñanza más acorde con las concepciones de ciencia y aprendizaje mencionadas antes.

La enseñanza de las ciencias comenzó siendo una enseñanza básicamente transmisiva. Desde la década de los setenta tuvo impacto por estas regiones la enseñanza por descubrimiento. En este enfoque al niño se lo ubica en situación de *reproducir* lo que se entiende era el quehacer de la ciencia. Las propuestas de enseñanza consisten en la aplicación de un *supuesto* método científico, pautado y rígido, con secuencia de pasos inamovibles e independientes del objeto de estudio. Subyace en este modelo la idea de que el conocimiento científico proviene de esa instancia probatoria y que las ideas equivocadas sobre el mundo eran factibles de cambiarse probando simplemente su falsedad.

Las orientaciones actuales nos llevan a considerar en términos generales un modelo de enseñanza por investigación, entendiendo por investigación escolar una adecuación intencional de lo que podría ser una investigación científica al contexto de aprendizaje de los alumnos.

Todo al mismo tiempo... no es sencillo

Como vemos, la situación de partida es compleja. De algún modo a los maestros se los convoca a movilizaciones desde diferentes lugares respecto a la enseñanza de las ciencias.

No dejamos de considerar además que, dada la estructura escolar, el maestro debe *hacerse cargo* de otros saberes que pertenecen a áreas que también promueven movilizaciones.

Nosotros y los otros... mal de muchos

Aunque el refrán diga que *mal de muchos es consuelo de tontos*, no está de más, porque le da otra dimensión, saber que el problema de la enseñanza de las ciencias no es un problema nacional, sino general. Responsables de investigaciones de diferentes lugares muestran realidades similares: Claxton (1994), Harlen (1999), Minnick Santa (1994), Fumagalli (1993), Weissmann (1993), Sanmartí (2002).

En la revista *Alambique* n.º 31 (Ed. Graó, marzo 2002) se hace una reseña de la enseñanza de las ciencias en Europa, se muestra que en la mayoría de los países se han propuesto reformas curriculares que alentarian una mejora de la enseñanza desde los programas y las orientaciones y, sin embargo, no hay aún cambios sustantivos en los aprendizajes científicos de niños y jóvenes.

Compartimos la idea de Pozo (1999) cuando dice:

si lo que ha de aprenderse evoluciona y nadie duda de que evoluciona y cada vez a más velocidad, la forma en que ha de aprenderse y enseñarse también debería evolucionar y esto quizás no suele asumirse con la misma facilidad.

Entonces, asumiendo las dificultades... decimos “se puede”

Lo anterior muestra un estado de situación que tiene argumentos que la justifican, y comprendemos por qué los cambios esperados se hacen lentos.

También comprendemos que no estamos solos y que a otros, quizás en mejores condiciones que nosotros, les ocurre lo mismo.

Desde nuestro lugar, analizar y comprender no significa dejar de intentar... *deseamos ayudar a modificar*. Y no solamente porque el conocimiento científico forma parte de la cultura de nuestro tiempo o porque

es necesario formar individuos críticos que sean futuros ciudadanos responsables y la ciencia puede contribuir a que así sea, sino porque entendemos que el aprendizaje de saberes científicos genera desarrollos intelectuales específicos que los niños tienen el derecho de adquirir.

Por eso nuestro énfasis en el *se puede*.

El presente material es un fiel testimonio de nuestra firme creencia de que es posible. De que es necesario intentar gestar cambios en la enseñanza que se correspondan con las características del mundo que nuestros niños y jóvenes deberán afrontar.

Está elaborado sobre la base de la convicción de que es francamente positivo que los niños, en la etapa escolar, se acerquen a contenidos científicos, sobre todo si se lo mira desde la perspectiva, antes mencionada, del desarrollo cognitivo que la ciencia propicia.

Hemos sido testigos de que los niños pueden mirar la realidad con las *gafas* de la ciencia y participado de instancias de trabajo sistemático donde la escuela ha podido, a través de sus docentes, enseñar a los niños que el mundo cotidiano puede comprenderse de diferentes maneras.

El camino elegido... un posible recorrido

En su Primera parte, nos proponemos argumentar a favor de *querer que se pueda*.

Se plantea un primer análisis de lo que supone la ciencia en nuestra cultura uruguaya como forma de entender por qué hay ausencia de ciencia escolar. Desde allí se busca explicitar las razones que justifican desde nuestro entender el porqué de una ciencia escolar, dando especial lugar a lo que supone *la ciencia como forma de pensar sobre el mundo*. El Capítulo 1, entonces, plantea *por qué querer que se pueda*, mientras que en el Capítulo 2 se plantean *aspectos a tener en cuenta para que se pueda*. Se trata de pensar la enseñanza de las ciencias sobre la base de tres supuestos: existen dificultades intrínsecas al conocimiento que está involucrado, existe una ciencia escolar para definir con semejanzas y diferencias con la ciencia en el contexto de origen, existen a nuestro entender grandes ideas que pensamos deberían constituirse en marco para esa ciencia escolar.

Ambos capítulos pueden ser vistos como los que explicitan el marco teórico desde el cual se escriben las demás partes de este libro.

En su Segunda parte, se le propone al lector una revisión de los contenidos de enseñanza escolar en ciencias naturales más allá de los programas vigentes. Con el título *Qué hacer en relación a los contenidos para que se pueda*, se realiza un análisis que pretende mostrar una jerarquización de conceptos y procedimientos como manera de orientar una nueva forma de mirarlos.

El análisis se realiza teniendo como marco de referencia conceptual y metodológico las propias disciplinas en cuestión, sus esencialidades y poniendo especial énfasis en la concepción de que las ciencias naturales conforman en sí mismas un área de conocimiento.

El Capítulo 4 trata los contenidos biológicos; el Capítulo 5, los contenidos químicos; el Capítulo 6, los contenidos físicos; y el Capítulo 7, sobre aspectos metodológicos.

En su Tercera parte, también hay un planteo referido al *qué hacer para que se pueda*, esta vez *desde la enseñanza*. Se trabaja sobre ciertos supuestos que provienen de la revisión realizada en la Segunda parte y otros que surgen de investigaciones didácticas con una influencia muy marcada de la psicología del aprendizaje.

El Capítulo 8 trata sobre la historia de la ciencia en la enseñanza, el Capítulo 9 versa sobre el uso de las analogías en los actos de enseñar y aprender y el Capítulo 10, la importancia de trabajar la lectura y la escritura como procedimientos que permiten aprender.

Allí, la cuarta parte trata de *orientaciones para que se pueda*. El lector encontrará en el Capítulo 11 algunos aspectos relativos a la enseñanza, especialmente en lo relacionado con la intervención docente, y el Capítulo 12 aporta la bibliografía de la que se dispone en el medio para tratar temas específicos tanto en la órbita disciplinar como respecto de la enseñanza.

Finalmente hay una quinta parte, en la que hemos incorporado Anexos a los capítulos anteriores. Se trata de aspectos o temáticas que por su contenido hemos considerado que debían estar, pero no en los capítulos de referencia, a los efectos de poder ser mirados también con independencia de estos.

QUERER QUE SE PUEDA... ¿POR QUÉ? PORQUE LA CIENCIA FORMA PARTE DE LA CULTURA

1

*La función fundamental del aprendizaje humano
es interiorizar o incorporar la cultura,
para así formar parte de ella.*

J. I. POZO

Las ausencias

Decíamos en la introducción que vivimos en una aparente paradoja. En la sociedad contemporánea la ciencia y la tecnología ocupan un lugar fundamental en el sistema productivo y en la vida cotidiana, sin embargo, esa realidad no se refleja en el ámbito de la educación.

Argumentar *el porqué* de la afirmación sobre el papel que juegan la ciencia y la tecnología en nuestras vidas nos parece innecesario. Basta con mirar a nuestro alrededor para entender las razones de tal afirmación.

Consideramos, sí, que ser testigos de lo que ellas suponen en nuestra vida diaria no quiere decir que podamos comprender las razones de ciertos procesos que nos involucran directamente como individuos integrantes de comunidades. No necesariamente disponemos de las claves conceptuales e intelectuales para dar significado a lo que ocurre, más allá de una simple opinión.

Lo referente al ambiente, al problema de la energía, la plantación de transgénicos, o por mencionar algo más reciente, el problema de una forestación excesiva es parte de lo que nos involucra directamente.

Pozo, en la cita que hemos elegido para iniciar este capítulo, lo dice claramente. Para *formar parte de la cultura* habrá que *interiorizarla, incorporarla*, y cuando dice formar parte, nos está diciendo con capacidad de *transformarla*.

Disponer de claves para hacer la lectura de lo que sucede a nuestro alrededor respecto de cómo están influyendo la ciencia y la tecnología en nuestras vidas debería ser el resultado de aprendizajes escolares de largo alcance. Por tal razón entendemos que sí requiere reflexión el porqué de una falta de coherencia respecto a la presencia de la ciencia en el hecho educativo y, más aun, cómo hacer para que *las ausencias se transformen en presencias* si es que estamos convencidos de la *necesidad* de esas presencias.

Ya en 1996 Gil nos decía que la influencia creciente de las ciencias y la tecnología, su contribución a la transformación de nuestras concepciones y formas de vida obligan a considerar la introducción de una formación científica y tecnológica como un elemento clave de la cultura general de los futuros ciudadanos y ciudadanas, que los prepare para la comprensión del mundo en que viven y para la necesaria toma de decisiones. Esto reivindica la incorporación de la educación científica a la educación obligatoria.

Vale aclarar que esa reivindicación debe acompañarse con un enfoque de enseñanza necesariamente diferente.

En nuestro país la ciencia no ha formado parte de la cultura. Apenas en los últimos tiempos la ciencia ha sido mirada de otro modo: por la búsqueda de que más estudiantes opten por formación científica, por la promoción y los avances en la igualdad de género (lo que ha permitido conocer científicas uruguayas y sus dificultades para llegar a los lugares que están ocupando). Finalmente, la pandemia vivida en estos años y las acciones de los científicos uruguayos en torno a ella han impulsado nuevas miradas hacia la ciencia y su relación con la sociedad.

Intentos recientes referidos a mejorar el vínculo entre la comunidad científica, la sociedad en general y los educadores en particular muestran que el proceso es lento y requiere de explicitación de las

representaciones de ambos. En dichas representaciones hay realidades e imaginarios que se han instalado y tienen tiempo, lo que supone tiempo también para revertir y acortar distancias.

Como educadores sentimos la necesidad de hacernos algunas preguntas: ¿estamos dispuestos a mantener las ausencias en relación a una posible educación científica en nuestros jóvenes alumnos?, ¿hacemos consciente la decisión de mantener fuera del ámbito escolar parte de la cultura de la humanidad?, ¿asumimos que privaremos a los alumnos de aspectos directamente involucrados con su desarrollo intelectual y personal?

Si todos acordamos que queremos que el ámbito escolar se constituya en un espacio favorable para la enseñanza de las ciencias, los argumentos a favor de su enseñanza deben tener la suficiente fuerza como para contrarrestar lo adverso.

¿Es tan así lo de las ausencias?

Probablemente existan colegas que al leer este texto estén pensando: “¿por qué generaliza?... yo en mi clase trabajo ciencia... hago lo que puedo... pero algo trabajo”.

Debemos explicitar que nuestro decir señala como ausencias *el hecho de que el trabajo que se ve* no refleja lo que anteriormente expresábamos *con relación a la dimensión* que tiene la ciencia en las sociedades actuales.

Marcamos especialmente *lo que se ve*, puesto que en el discurso pedagógico nadie niega la importancia de la ciencia en la escuela.

La necesidad de presencias...

Argumentos a favor de la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria

Decíamos que es necesario tener claros los argumentos a favor de la presencia de las ciencias naturales en el aula escolar, para que estos

se constituyan en la base de un profundo convencimiento docente que oficie de motor transformador de una nueva realidad.

Fumagalli en 1997 respondía a la pregunta de por qué enseñar Ciencias Naturales en la escuela primaria y lo hacía sobre la base de tres supuestos: *el derecho de los niños a aprender ciencias, el deber social ineludible de la escuela primaria, en tanto sistema escolar, de distribuir conocimientos científicos en el conjunto de la población y el valor social del conocimiento científico*.

Pensando en términos generales, podríamos decir que lo que Fumagalli plantea para la enseñanza de las ciencias es válido también para otros saberes escolares. Convengamos en que esos otros saberes tienen más presencia escolar.

Por su parte, Claxton en 1991 lo planteaba en términos de objetivos. Para este autor la enseñanza de las ciencias debería, entre otras cuestiones, *acercar conocimientos científicos, mejorar las teorías de los niños sobre el mundo para que lo puedan comprender mejor, hacer que los jóvenes aprendan mejor y piensen correctamente*.

Estos postulados continúan vigentes, así como la ideas de Weissmann, que en 1993 nos decía que la formación científica de niños y jóvenes *debe contribuir a la formación de futuros ciudadanos que sean responsables de sus actos, conscientes y conocedores de los riesgos, pero activos y solidarios, críticos y exigentes frente a quienes tienen que tomar las decisiones*.

Está claro que lo expresado por los autores tiene un carácter general. Creemos que a los efectos de reivindicar la enseñanza de las ciencias en el ámbito escolar, es necesario avanzar en el convencimiento de aquellas particularidades que tiene el propio conocimiento científico.

Giordan (2002) avanza al respecto cuando nos comunica que para él, entre los objetivos deben ser incluidos:

el introducir a los niños a una apertura sobre los saberes, una curiosidad hacia aquello que no es evidente; promover el desarrollo de procesos de investigación, comprendiendo el manejo de la información, el análisis sistemático o la modelización; aprender a manejar lo incierto, lo aleatorio, lo paradójico, porque así son el contexto, la sociedad y el ambiente...

Además de las metas anteriores, creemos, hoy en 2025, que hay más razones de peso para alentar su presencia y enseñanza.

La importancia de enseñar a pensar científicamente

La ciencia es una forma de pensar sobre el mundo.

H. TIGNANELLI

¿Por qué ciencias naturales en la escuela?

Porque permiten mirar con otros ojos la realidad fisico-natural

Chalmers utiliza una expresión metafórica que es bien gráfica, habla de las gafas de la ciencia.

Cuando hablamos de mirar, nos estamos refiriendo a los marcos teóricos desde los cuales percibimos la realidad. Desde pequeños nos vamos haciendo una idea del mundo que armamos desde nuestra experiencia de interacción con él. Sin dejar de valorar este aprendizaje natural, perceptivo y generalmente implícito, lo que decimos es que el trabajo con la ciencia en la escuela posibilita otra naturaleza de aprendizaje; un aprendizaje que requiere un escenario para que pueda ser posible.

Esta otra mirada permitirá que los alumnos tengan la posibilidad de pasar de interpretar fenómenos en términos de procesos puntuales a interpretarlos desde la perspectiva de lo sistémico, de interpretar en términos de una causalidad lineal a interpretarlos desde la interacción de factores, de manera que podamos comprender que para entender un hecho o fenómeno hay que situarse en el sistema, que es en definitiva el que le da sentido, y ver cómo las variables se influyen entre sí (Pozo).¹

Estaría entre las razones que justifican la ciencia escolar la posibilidad de brindar a los niños la chance de conocer otras miradas y relacionarlas con las que ya posee buscando semejanzas, diferencias, explicitando aquello que permite explicar y lo que no.

1 J. I. Pozo.

Porque permiten desarrollar líneas de pensamiento propias del pensamiento científico

Por lo anterior parece claro que las ciencias se piensan de un modo particular. Exigen abstracción, desafían al intelecto a ir más allá de lo que muestran las evidencias y el mundo perceptivo. El tipo de pensamiento que tiene el investigador en ciencias está directamente vinculado con las exigencias de la información que está procesando, así como los procedimientos que utiliza para producir el saber original.

Estamos hablando de pensamiento lógico, de pensamiento inferencial, de pensamiento hipotético deductivo, incluyendo en este último el que los alumnos puedan deducir de la hipótesis y no solo de lo real.

Estamos hablando de la capacidad de clasificar y seriar en función de propiedades no observables directamente, la posibilidad de un razonamiento proporcional, de correlación y de probabilidad.²

A lo largo del libro se presentan situaciones concretas de enseñanza que muestran lo que estamos afirmando.

Porque permiten desarrollar habilidades cognitivas

Este punto está relacionado con los dos anteriores. Las ciencias producen un cuerpo de saberes modélicos que se expresan en forma de teorías, hipótesis y modelos propiamente dichos. Ese cuerpo de conocimientos se construye gracias a la intervención de una metodología específica acorde con el dominio en cuestión y de manera de pensar sobre ello. Desarrollar habilidades cognitivas tiene que ver con esa manera de conocer que permite comprender la realidad físico-natural desde los modelos explicativos que la ciencia elabora y que en general se diferencian mucho de los modelos explicativos que solemos dar desde la perspectiva cotidiana.

Carretero (2000) plantea que ha sido una meta educativa en muchos programas de enseñanza de las ciencias el que los contenidos científicos sirvan para enseñar a pensar y para fomentar el desarrollo

2 Neida, J. y Macedo, B. (1997). *Un currículo científico para estudiantes*. OEI; UNESCO.

de habilidades y que tal meta sigue siendo un modelo válido, más allá de que aceptemos que los resultados no sean los esperados. Probablemente no exista una correspondencia clara entre las metas y las situaciones de enseñanza para alcanzarlas.

Este aspecto está vinculado con otro punto de interés para el análisis y es el referido a que el fondo hace a la forma. Esto es, que el contenido hace también al desarrollo de esas habilidades. Para Piaget, por ejemplo, los esquemas a partir de los cuales él definía conceptualmente su noción de desarrollo se iban consolidando independientemente del contenido. En su teoría la noción de esquema es general y este es uno de los puntos más criticados desde los modelos actuales. La concepción de una mente modulada que prima hoy pone de manifiesto la importancia de los dominios. Esto es, que las formas de pensamiento se desarrollan desde los contenidos y que es difícil transferir las habilidades de un dominio de conocimiento a otro. Entendemos, además, que es necesaria la intervención docente en el ámbito educativo para facilitar y favorecer la transferencia de dichas habilidades, más allá de sus peculiaridades, entre un dominio y otro. En términos generales, podemos decir que enseñar aspectos de la metodología científica (ver Capítulo 7) tiene sentido, a nuestro entender, siempre que se presenten en relación a las estrategias que lleva asociadas desde la perspectiva del pensamiento. Acotar un problema, trabajar con control de variables, son por ejemplo situaciones comunes del trabajo científico que tienen asociadas formas de pensar útiles más allá de la propia ciencia y que se logran aprender en un terreno que es potencial y facilitador, como lo es el contexto científico.

Porque permiten desarrollar actitudes intelectuales también propias del quehacer científico

Desarrollar la capacidad de formularnos preguntas

Esta capacidad se relaciona con una característica de los niños que es la de ser curiosos. En general son preguntones por naturaleza. Ahora, cuando analizamos el tipo de preguntas que ellos formulan, veremos que en su mayoría hacen referencia a datos o información en general (cuál es el animal más grande, quién corre con más velocidad,

cuál es el líquido que tiene mayor punto de ebullición, etc.). Las preguntas que pretendemos que ellos formulen no tienen tanto que ver con el qué, sino con el cómo y el porqué.

Durante mucho tiempo se pensó que había niños más o menos curiosos y que, de algún modo, como ocurre con otras habilidades personales, eso era innato. Hoy sabemos que se aprende a preguntar en el sentido que le interesa a la ciencia. Para ello será necesario enseñar a preguntar y ese enseñar debe estar asociado a situaciones de enseñanza concretas.

Contribuir a desarrollar un espíritu crítico

Esto supone no contentarse con una actitud pasiva frente a una verdad revelada e incuestionable.

Este punto es importante si lo miramos desde la perspectiva de la enseñanza. No siempre los docentes cuidamos este aspecto.

Fomentar el espíritu crítico está ligado directamente con el hecho de que la ciencia es básicamente racional. Por tanto, hay razones por las cuales dice lo que dice. En muchos casos, por cuidar el decir de aquello que la ciencia dice, nos perdemos de acercar el porqué lo dice. No estaremos trabajando en pos de esa criticidad buscada en tanto nos olvidemos de presentar a los alumnos las pruebas que justifican, aunque provisoriamente, el decir de la ciencia. Esas pruebas tienen que ver con las argumentaciones que sostienen los saberes en cuestión.

Por eso es importante que, en caso de ser posible, los docentes muestren tanto los argumentos que sostienen los enunciados de la ciencia como los argumentos en contra que pudieron tener o tienen en el presente.

Fomentar la flexibilidad intelectual

El que la ciencia proceda metódicamente, que exija sistematicidad y reiteración de pruebas experimentales no significa que todo esté dado dentro de lo esperado. Si algo enseña el trabajo en ciencias es a manejar lo incierto, lo que solo puede manejarse en términos de probabilidades, lo cambiante. Se requiere, entonces, de mentes abiertas y flexibles.

Trabajar la ciencia escolar puede, según los enfoques de enseñanza, promover esa disposición intelectual.

Apreciar el trabajo en equipo respetando y valorando las opiniones ajenas

Hubo un tiempo histórico donde los productores de conocimiento científico trabajaban solos y aislados. Hace ya mucho tiempo que la realidad del quehacer científico es diferente. De hecho, el proceso de crítica y mutua corrección por pares es característico de la ciencia y aparece incluso no solo durante el trabajo, sino una vez finalizado, cuando las comunidades competentes deben avalar el saber comunicado.

Si lo miramos desde la perspectiva de la enseñanza, el trabajo en grupos, el fomentar desde ese trabajo la confrontación de ideas con sus respectivas argumentaciones, debe permitir trabajar sobre el respeto a estas.

Enseñar a pensar científicamente

No todos estamos de acuerdo

Hay quienes sostienen que no es posible trabajar, más allá de la divulgación, las ciencias naturales con escolares, debido justamente a las exigencias cognitivas que supone.

A nuestro modo de ver, el argumento referido a la exigencia de una cierta capacidad intelectual sería válido si se establece como punto de partida: primero, que la meta de la enseñanza de las ciencias es una meta conceptual; segundo, que la construcción del saber buscado es en su estado más actualizado.

A nuestro entender, esta sería una exigencia real para el sujeto que pretende ser experto o para quien aspira a alcanzar logros en otra etapa de los aprendizajes.

Está claro, por ejemplo, que en relación al interior de la materia, los escolares no están en condiciones de comprender los principios de la mecánica cuántica tal cual están formulados por la física, que serían la versión más actualizada sobre el tema. Sin embargo, creemos que

sí están en condiciones y, de hecho, la experiencia nos lo muestra de acercarse como primera aproximación a la noción de corpúsculo con un conjunto de caracteres (ver Capítulo 6).

Esta postura, la de considerar lo que los niños no pueden, deja en claro, además, que se sostiene en una concepción sobre el desarrollo y su relación con el aprendizaje. Se basa en pensar que los sujetos deben alcanzar ciertos niveles de desarrollo para poder aprender cuestiones tan complejas como las que plantean las ciencias fisico-naturales (enfoque piagetano clásico). Actualmente ni los neopiageteanos están convencidos de este punto.

Investigaciones recientes muestran dos cuestiones: primero, que un individuo adulto puede no llegar a alcanzar un pensamiento formal en ciertos dominios del conocimiento, lo que conlleva a inferir que no es un problema de edad biológica como en la versión clásica de los estadios piageteanos; segundo, que las capacidades lógicas solicitadas para la comprensión del mundo físico natural pueden adquirirse mucho antes de lo establecido por Piaget, siempre que el sujeto disponga de suficiente conocimiento de base.

Esto es evidenciable en la práctica cuando se diagnostica a los alumnos que ingresan a la enseñanza media. Aquellos niños y niñas que han trabajado en el área científica con situaciones que involucran un rico trabajo desde lo cognitivo, por ejemplo, situaciones cotidianas que encierran una contradicción entre lo intuitivo y lo científico, o que se viven como conflictos para resolver y comprender, logran el avance a lo formal mucho más rápido y con mayor eficacia.

Fumagalli (1997) nos dice al respecto:

Cada vez que escucho que los niños pequeños no pueden aprender ciencias, entiendo que tal afirmación comporta no solo la incomprendimiento de las características psicológicas del pensamiento infantil sino también la desvalorización del niño como sujeto social. Enseñar ciencias en tales edades tempranas invocando una supuesta incapacidad intelectual de los niños es una forma de discriminarlos como sujetos sociales.

Esta manera de pensar sobre las posibilidades de aprender ciencias de los escolares justifica lógicamente un modelo de enseñanza que no es precisamente el que alentamos desde esta publicación.

Nosotros partimos de supuestos diferentes. Para empezar, partimos de la base de que no son los contenidos en sí mismos el objeto de enseñanza, sino lo que ellos posibilitan.

El acercamiento a determinados contenidos permite disponer de elementos conceptuales que dan lugar a cuestionamientos sobre el mundo que nos conducen, en forma progresiva, a dichas habilidades de pensamiento.

En segundo lugar, compartimos la idea vigostkyana respecto a la relación entre desarrollo y aprendizaje: *son las situaciones de aprendizaje referidas a dominios específicos las que estimulan y promueven desarrollos en dichos dominios* (Baquero, 1997).

El niño puede aprender la ciencia escolar cuando esta surge de una transposición didáctica que tiene debidamente cuantificada la densidad conceptual que se trabajará y que prioriza provocar, desde las situaciones planteadas, el pensamiento de los niños.

Estamos convencidos de que son las situaciones de enseñanza las que desafian a los sujetos, las que provocan e interpelan al intelecto de los alumnos, las que generan conflictos y las que estimulan, dada la exigencia para la comprensión, líneas de pensamiento que creemos no se darían en un sujeto fuera del ámbito instruccional de la escuela.

Justamente lo que la ciencia tiene de difícil es lo que la hace provocadora de formas de pensar.

Es así que ponemos el problema en otra parte. No es que los niños escolares no puedan aprender ciencia, no es que el desarrollo cognitivo que poseen no les permita acceder a la comprensión de los hechos o fenómenos sobre los que trabaja la ciencia. El problema está en tener claro, como docentes, qué modelo de enseñanza queremos que defina y sustente nuestro trabajo.

... y, sin embargo, se puede enseñar ciencias naturales

Más que una expresión de deseo

Creemos necesario debatir sobre las ciencias y su enseñanza. No se trata de estar todos de acuerdo en los qué, los para qué y los cómo.

Sí se trata de darnos lugar a explicitar sobre lo que pensamos sobre ello y pensar sobre por qué pensamos así.

Si como docentes lo que nos resulta más importante son los niños y sus aprendizajes, entonces, habrá que tomar conciencia de que nuestras decisiones afectan directamente ese aspecto.

Nos parece que la escuela con sus maestros puede alentar y contribuir a formar seres pensantes desde las diferentes áreas del conocimiento que conforman la cultura en que vivimos.

Si algo nos ha quedado claro después de la pandemia vivida en 2020-2021 es la importancia y el sentido de la escuela. Es necesario volver a pensar en lo que es prioritario trabajar en ella, en aquello que permita mejores aprendizajes para nuestros niños y niñas, y muy especialmente en qué docentes queremos ser en este nuevo tiempo.