



XI Foro Latinoamericano de Educación



# La construcción del pensamiento científico y tecnológico en los niños de 3 a 8 años

Fundación **Santillana**



La construcción del  
pensamiento científico  
y tecnológico en los niños  
de 3 a 8 años





XI Foro Latinoamericano de Educación



# La construcción del pensamiento científico y tecnológico en los niños de 3 a 8 años

XI Foro Latinoamericano de Educación. : la construcción del pensamiento científico y tecnológico en los niños de 3 a 8 años / Melina Furman ... [et al.]. - 1a ed compendiada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Santillana, 2017.

136 p. ; 20 x 25 cm.

ISBN 978-950-46-5276-2

1. Aporte Educativo. I. Furman, Melina  
CDD 371.1

ISBN: 978-950-46-5276-2

© 2017, Fundación Santillana

Av. Leandro N. Alem 720 (C1001AAP)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
República Argentina

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723  
Impreso en Argentina. *Printed in Argentina.*

Este libro se terminó de imprimir en el mes de junio de 2017 en Grafisur.com,  
Crespo 3393, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

# ÍNDICE

DOCUMENTO BÁSICO: <i>Educación de mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia</i> , Melina Furman	7
I SESIÓN INAUGURAL DEL XI FORO LATINOAMERICANO DE EDUCACIÓN	57
<b>Palabras de bienvenida</b>	
Mariano Jabonero Blanco	59
Paulo Speller	62
Roxana Cardarelli	63
<b>Presentación del documento básico</b>	
Melina Furman	65
II TEMA I	
EL LUGAR DEL APRENDIZAJE Y LA TECNOLOGÍA EN LA POLÍTICA EDUCATIVA REGIONAL DE LA PRIMERA INFANCIA	75
I María Susana Basualdo	78
II Verona Batiuk	86
III María Dibarboure	95
III TEMA II	
IDEAS, EXPERIENCIAS Y DESAFÍOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	101
I Mauricio Duque Escobar	103
Cristián Rizzi Iribarren	112
III Federico Waisbaum	115
IV INTERCAMBIO DE PREGUNTAS	119





## ● Introducción: enseñar a mirar el mundo con ojos científicos

Sofía y Camilo, de cinco años, miraban con ojos chispeantes las botellas llenas de agua de color rojo que la maestra había puesto frente a sus ojos. La botella de la derecha tenía mucha agua, casi hasta arriba. La de la izquierda, muy poquita. La *seño* les dio un palito de madera a cada uno y los invitó a probar: “Toquen, ¿a ver cómo suenan?”. Sofía y Camilo probaron tocar varias veces. “¿Notan alguna diferencia entre los sonidos que hacen las dos botellas?”, preguntó la maestra. La botella con mucha agua, dijo Sofía muy confiada, sonaba bien gruesa. La otra, notó Camilo, hacía un sonido finito, finiiiito.

La maestra los invitó a dar un paso más allá: “¿cómo podían armar una botella que produjera un sonido intermedio entre los otros dos, ni tan finito ni tan grueso?”. Y les dio para probar sus ideas varias botellas vacías mientras ella, con una jarra, iba echando agua de color rojo a cada una, hasta la altura que los chicos indicaran.

Probando y probando, los alumnos fueron encontrando, con ayuda de la maestra, una regularidad: cuanta más agua tenía una botella, más grueso era el sonido que producía al tocarla (“más grave, como con voz de lobo”, repasó la *seño* después). Y viceversa: cuanta menos agua tenía, más agudo era el sonido producido por la botella.

Después de un rato de probar, ensayar y volver a probar, a Sofía y Camilo se les ocurrió una idea nueva, que hizo que sus ojos les brillaran aún más: “¿y si armaban un xilofón de botellas?”. Sin poder esperar, se pusieron manos a la obra. Trabajaron intensamente, con ayuda de la maestra y de otros compañeros, hasta que su xilofón estuvo listo y pudieron tocar el *Cumpleaños feliz*. En ese momento todos los chicos aplaudieron, orgullosísimos.<sup>1</sup>

Este libro constituye el Documento Marco del XI Foro Latinoamericano de Educación, organizado por la Fundación Santillana, que en esta edición tiene por título “La construcción del pensamiento científico y tecnológico en los niños de 3 a 8 años”. Y la infancia, justamente, es esa gran etapa de la vida en la que todo está por inventarse. Son años de ojos brillantes, de descubrimiento, de curiosidad a flor de piel. En palabras de la gran pedagoga canadiense Eleanor Duckworth,<sup>2</sup> es una etapa en la que brotan

continuamente las “ideas maravillosas”, como la de Sofía y Camilo cuando se les ocurrió armar el xilofón de botellas. Son esas ideas que, sin pedir permiso, de pronto aparecen y nos abren la puerta a mundos nuevos. Seguramente no son ideas novedosas para la humanidad, claro, pero sí para nosotros cuando las pensamos por primera vez. Que nos dan confianza en que somos capaces de crear, inventar, entender y transformar lo que sucede a nuestro alrededor. Que nos hacen sentir que el mundo está en nuestras manos. Esas ideas maravillosas nos dan la alegría de saber que somos protagonistas de un mundo en permanente construcción.

En estas páginas los invito a introducirnos en las investigaciones que revelan cómo se desarrolla el

1 Esta escena forma parte de la secuencia “Detectives del Sonido” del proyecto *Prácticas inspiradoras en ciencias para el nivel inicial*, de la Universidad de San Andrés, que implementamos en dos jardines de la provincia de Buenos Aires (pueden ver más información sobre el proyecto en el capítulo 4).

2 Duckworth E. *Cómo tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre enseñar y aprender*. Editorial Antonio Machado, 1994.



pensamiento científico y tecnológico a lo largo de los primeros años de vida, considerando especialmente la etapa que transcurre entre el nivel inicial y los primeros años de la escuela primaria. Pondremos el acento en cómo educar esa curiosidad que resulta tan evidente en los niños pequeños, para potenciarla a lo largo de la escolaridad y desarrollar, al mismo tiempo, hábitos del pensamiento cada vez más potentes, más organizados y más rigurosos.

En el capítulo 1 comenzaremos por algunas definiciones, buscando ponernos de acuerdo acerca de qué se trata (y por qué es importante) eso que llamamos pensamiento científico y tecnológico, especialmente considerando la etapa de la infancia.

En el capítulo 2, partiendo de los aportes de la pedagogía, la didáctica, la psicología cognitiva y las neurociencias, nos preguntaremos cómo se desarrolla el pensamiento científico y tecnológico a lo largo de la infancia. Describiremos un camino que comienza en el momento mismo en que nacemos, que parte del deseo curioso e incontenible de comprender y transformar todo lo que vamos encontrando a nuestro paso. Discutiremos los resultados de investigaciones que muestran a las claras que los rudimentos del pensamiento científico y tecnológico ya están presentes desde que somos muy pequeños. Pero mostraremos también que, para que ese tipo de pensamiento se desarrolle en toda su potencialidad, hace falta un “otro” (¡u otros!) que nos oriente, desafíe y acompañe de cerca (y a lo largo del tiempo) en ese camino de aprendizaje.

En el capítulo 3 ahondaremos sobre las metodologías de enseñanza que nos ayudan a formar el pensamiento científico y tecnológico de los niños. Sabemos que hay ciertas maneras de trabajar con

los chicos que favorecen el desarrollo de esa mirada curiosa y transformadora del mundo. También conocemos estrategias de enseñanza que favorecen el espíritu inventor. Como hizo la maestra de Camilo y Sofía, hablaremos de la necesidad de proponer preguntas y ofrecer espacios de desafío y exploración, acompañados de un andamiaje cercano que ayude a organizar lo aprendido en ideas y estrategias de pensamiento cada vez más potentes. Para ello propondremos un modelo para la acción, que sugiere contextualizar el aprendizaje, involucrar a los niños en prácticas auténticas de indagación y diseño, y ofrecer oportunidades para que hagan “visible” su pensamiento. Asimismo, discutiremos cómo las nuevas tecnologías (en especial la posibilidad de contar con computadoras y dispositivos programables de bajo costo) potencian la posibilidad de que los niños inventen, resuelvan problemas en grupo y diseñen soluciones.

Por último, en el capítulo 4, compartiremos algunos ejemplos de proyectos educativos para la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia, que se vienen llevando a cabo en distintas partes del mundo, como casos inspiradores que nos pueden dar pistas valiosas para orientar nuestras acciones.

Nuestra discusión se enmarca en el contexto más general de lo que se ha llamado, en los últimos años, Educación en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemática (o STEM, por sus siglas en inglés). Se trata de un paradigma que pone el acento en la necesidad de una formación troncal (justamente, *stem* significa tronco o tallo) de niños y jóvenes en un mundo cada vez más permeado por la ciencia, la tecnología y sus posibilidades transformadoras. Se trata de un marco ambicioso y a veces difícil de

---

hacer operativo en la práctica, pero que al mismo tiempo nos da un horizonte potente para seguir caminando.

El paradigma STEM destaca la importancia de articular los saberes en ciencias, tecnologías y matemática con una mirada “ingenieril” sobre el mundo, que parta de la identificación de problemas y la búsqueda de soluciones creativas. Muy recientemente, algunos autores han agregado una letra A (de arte) a la sigla STEM, y en el mundo se habla de la formación STEAM (vapor en inglés), en la que se incluye la dimensión artística o de diseño en esos aprendizajes fundamentales que se espera que los alumnos construyan como parte de su formación ciudadana. La formación STEAM tiene en cuenta en particular las posibilidades que abren las nuevas tecnologías para la integración del diseño y de una mirada más artística del mundo a la creación colectiva de soluciones.

Escribo este libro desde mi propio recorrido como investigadora y educadora en el área de las ciencias naturales, e inspirada por el trabajo de numerosos colegas de todo el mundo que se han propuesto como meta que chicos y jóvenes aprendan, cada vez más, a mirar el mundo con ojos curiosos, preguntones, creativos y rigurosos.

Y escribo este libro convencida de la importancia estratégica que tiene para nuestras sociedades la

construcción del pensamiento científico y tecnológico en las nuevas generaciones. En un mundo vertiginosamente cambiante y cada vez más incierto, creo que se trata de un tipo de pensamiento que nos empodera y da herramientas para estar mejor plantados a la hora de tomar decisiones. Que nos da libertad. Que nos permite tomar parte activa en el diálogo democrático y responsable acerca de las problemáticas locales y globales que requieren acción colectiva y muchas veces urgente. Que nos da confianza en nuestra capacidad de entender y tomar las riendas de nuestros propios caminos.

Sin embargo, hay algo en la educación científica y tecnológica en la infancia que, al menos para mí, es profundamente más bello y fundamental: se trata de colocar las primeras piedras para la construcción de una mirada juguetona, fresca e intelectualmente honesta, de disfrute por el aprendizaje y placer por la creación personal y grupal, que se sostenga toda la vida.

Espero que este libro constituya un recurso útil para todos aquellos educadores, investigadores e interesados en la formación de los niños, que ojalá pueda aportarles ideas, preguntas y ejemplos que ayuden a mirar con nuevos ojos la práctica cotidiana y a imaginar nuevos caminos posibles.

Hacia allí vamos, entonces. ¡Ajústense los cinturones!



## I De los pájaros y sus nombres: algunas definiciones

¿Listos para comenzar? Empecemos, entonces, por el principio. Antes de preguntarnos por el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico en la primera infancia, necesitamos ponernos de acuerdo respecto de a qué nos referimos cuando mencionamos este tipo de pensamiento (¡y por qué es importante!).

Tal vez no haya definición más clara e inspiradora acerca de qué es el pensamiento científico que la que dio Richard Feynman, premio Nobel de Física y legendario docente, en una entrevista que le hizo la cadena BBC en 1981 para la serie *Horizontes*, llamada “El placer de descubrir las cosas”.

Recordando su infancia, Feynman reflexionaba sobre lo mucho que aprendió sobre la ciencia durante los paseos por el bosque que daba con su padre:

“Solíamos ir a las montañas Catskill, en Nueva York. Era un lugar al que la gente iba en verano. En los fines de semana, cuando mi padre venía, me llevaba a dar paseos por los bosques. Las otras madres pidieron a sus maridos que llevaran a sus hijos también. Un día, todos los chicos estaban jugando en el campo y uno me dice: ‘¿Ves ese pájaro? ¿Qué clase de ave es esa?’ Yo le contesté: ‘No tengo la menor idea’. Él me dijo: ‘Es un tordo de garganta carmelita, no es mucha la ciencia que te enseña tu padre’. Pero era al revés. Mi padre me había enseñado. Mirando un pájaro, él me diría: ‘¿Sabés qué pájaro es ese? Es un petirrojo del monte. Pero

en portugués es *jontorapeiro*. En italiano, una *chunturapiquita*. En Alemania lo llaman *halzenfzugel* y en China, *chung ling*. Pero ahora que sabés, en todos los lenguajes que quieras, cuál es el nombre de ese pájaro, no sabrás absolutamente nada de nada sobre él. Sí lo sabrás sobre seres humanos, diferentes lugares y cómo llaman al pájaro. Ahora, miremos al pájaro y qué está haciendo’. Mi padre me había enseñado a notar cosas. Me decía, por ejemplo: ‘Mirá, observá que el pájaro siempre pica sus plumas, las pica mucho, ¿qué creés que está picando en ellas?’ Contesté que quizás estaban despeinadas y las trataba de peinar. Me dijo: ‘bien, ¿cuándo y por qué se despeinarán las plumas?’. ‘Cuando vuela, cuando camina no lo creo, se despeinarán mientras vuela’, respondí. A esto me dijo: ‘Suponés, entonces, que las picará más cuando acaba de aterrizar que cuando ya lleva un buen tiempo caminando por ahí. Bien, entonces, observá’. Las observaciones se convertían en una vivencia extraordinaria con un resultado maravilloso”.<sup>3</sup>

En el relato de Feynman aparecen tres capacidades fundamentales del pensamiento científico:

- la de hacernos preguntas sobre cosas que no conocemos y nos resultan intrigantes (en este caso, ¿por qué el pájaro pica sus plumas?);
- la búsqueda imaginativa de posibles explicaciones (¿tendrá que ver con que están despeinadas y que quiere peinarlas?), y

<sup>3</sup> Este fragmento recopila, también, algunas frases de la conferencia *¿Qué es la ciencia?*, que Feynman ofreció para la Asociación Nacional de Profesores de Ciencias de los Estados Unidos en 1966.

- 
- la planificación (también imaginativa) de maneras de responder esas preguntas que nos planteamos (observando si el pájaro se rascaba más al aterrizar que cuando ya había estado caminando un buen rato).

Feynman hace, también, una reflexión fundamental sobre la diferencia entre comprender las cosas (en este caso, conocer cómo es y entender cómo se comporta el pájaro) y simplemente saber cómo se llaman (¿era “jontorapeiro” o “chunturapiquita”?). Esta diferencia parecería obvia, pero no lo es. Uno de los grandes desafíos que encontramos aún hoy en la educación de las ciencias y la tecnología es lograr que la balanza deje de estar inclinada hacia la enseñanza de hechos y terminología. Como profundizaremos en el capítulo 3, dedicado al cómo de la enseñanza, el reto sigue siendo torcer la balanza hacia el otro lado: como hacía el padre de Feynman, hacia la posibilidad de que los niños vivencien en carne propia el proceso mismo de investigar el mundo.

Volviendo a las capacidades del pensamiento científico, el equipo liderado por Richard Duschl (2007), en un profundo análisis de la educación en ciencias desde el jardín de infantes, que lleva por título *Taking science to school* (llevar la ciencia a la escuela), identifica cuatro capacidades que considera fundamentales (verán que se solapan en parte con las que surgen del relato de Feynman):

- Conocer, usar e interpretar explicaciones científicas del mundo natural.
- Generar y evaluar evidencia y explicaciones científicas.

- Entender la naturaleza y el proceso de desarrollo del conocimiento científico.
- Participar productivamente en las prácticas y el discurso científico.

Detengámonos por un momento en este último punto, que destaca la naturaleza social del pensamiento científico, porque es especialmente importante. Pensar es algo que hacemos casi siempre en colaboración con otros, en el marco de nuestras metas y actividades cotidianas. Rara vez es algo que ocurre solo dentro de nuestras cabezas, como una actividad solitaria. Y lo mismo vale para el pensamiento científico (y, como veremos en un ratito, para el tecnológico también).

Desde la perspectiva teórica conocida como “cognición situada”, que enfatiza que el pensamiento siempre sucede en contexto, pensar científicamente implica la capacidad de participar de una serie de prácticas culturales particulares de las ciencias, que conllevan modos propios de construir conocimiento, de comunicarlo, de debatir y de colaborar (Brown et al, 1989; Gellon et al, 2006). Esta visión del pensamiento como la capacidad de participar en prácticas auténticas, creo yo, es en particular valiosa, porque nos da pistas muy concretas para pensar sobre la enseñanza (pero por ahora no nos adelantemos, porque hablaremos de esto en el capítulo 3).

Personalmente, me gusta llamar “hábitos de la mente” a estas capacidades y prácticas, porque se trata de aprendizajes que se construyen de manera paulatina, que se van arraigando en nosotros y que, poco a poco, se conforman como una lente para ver y pensar sobre el mundo, como un hábito que nos constituye. Creo que la metáfora de la lente es en especial útil en este caso, porque de lo que se trata, justamente, es de



aprender a ver el mundo desde cierta óptica que nos permita hacer visible lo invisible, creando e identificando patrones y conexiones que, sin esa lente, permanecerían escondidos para nosotros.

Un ejemplo claro de esa lente en acción, pensando en los niños pequeños, es el que plantean los *Cuadernos para el aula* elaborados por el Ministerio de Educación argentino (2006) como modo de orientar la enseñanza en los primeros años del nivel primario. Allí se afirma que aprender a mirar el mundo con ojos científicos implica generar nuevos modos de ver. Es “ver, en una manzana, todos los frutos, saber en qué se diferencia y en qué se parece a otros frutos y comprender el papel que desempeñan las semillas en la continuidad de la vida. Es ‘ver’ en una toalla secándose al sol el proceso de evaporación, saber cuáles son los factores que influyen en la rapidez del secado y anticipar en qué condiciones una prenda se secará más rápido” (p. 16).

Pero hay algo más: esa lente para ver el mundo tiene que ser consciente, no implícita. La psicóloga cognitiva Deanna Kuhn (2010), que ha dedicado buena parte de su carrera al estudio de la formación del pensamiento científico, habla de la importancia de la metacognición (o la reflexión sobre nuestro propio proceso de pensamiento) como componente central del pensamiento científico. En otras palabras, no alcanza con saber cosas o demostrar capacidades. Pensar científicamente también implica ser conscientes de qué sabemos y cómo lo sabemos (por ejemplo, entender cómo llegamos a cierta conclusión, con qué evidencias, y para qué ideas aún no tenemos evidencias suficientes). Con los niños pequeños, el trabajo metacognitivo parece un desafío difícil. Sin embargo, como profundizaremos en el capítulo 3, es totalmente posible avanzar en este objetivo ofreciendo

oportunidades a los chicos de hacer sus ideas visibles desde que son muy pequeños, con preguntas como: “¿en qué te fijaste para decir eso?”, “¿cómo te diste cuenta?”, que poco a poco se vuelvan parte de las rutinas habituales de la clase.

Finalmente, en los últimos años diversos estudios vienen señalando una dimensión importante del pensamiento científico que se consideraba escondida o directamente ignorada: la dimensión afectiva o socioemocional. En la edición dedicada a la “Educación en ciencias y afecto” de la revista *International Journal of Science Education*, los investigadores Aslop y Watts (2003) argumentaron que el pensamiento científico tiene que ver en gran medida con cuestiones que por lo general se asocian con lo puramente emocional, como el interés, la motivación, las actitudes, las creencias, la autoconfianza y la sensación de autoeficacia.

Entonces, podríamos redefinir al pensamiento científico como una manera de pararse ante el mundo, que combina componentes cognitivos y socioemocionales, como la apertura y la objetividad, la curiosidad y la capacidad de asombro, la flexibilidad y el escepticismo, y la capacidad de colaborar y crear con otros.

La educadora escocesa Wynne Harlen (2008), referente mundial en la enseñanza de las ciencias, hace una síntesis excelente de los componentes racionales y emocionales del pensamiento científico, que tomaremos como punto de partida para el resto del libro. En sus palabras, el pensamiento científico podría resumirse en:

- La capacidad de sostener y desarrollar la curiosidad y un sentido de la maravilla sobre el mundo que nos rodea.

- 
- El acceso a modos de pensar y razonar basados en evidencia y razonamiento cuidadoso.
  - La satisfacción de encontrar respuestas por uno mismo a preguntas por medio de la actividad mental y física propia.
  - La flexibilidad en el pensamiento y el respeto por la evidencia.
  - El deseo y la capacidad de seguir aprendiendo.

### **¿Y el pensamiento tecnológico?**

Hasta aquí nos hemos referido fundamentalmente al pensamiento científico en la infancia como gran objetivo educativo. Pero aún nos resta mencionar el segundo foco de este libro, que es la formación del pensamiento tecnológico. Y, dado que ambos tipos de pensamiento son como “primos hermanos”, con muchos aspectos en común pero también algunas diferencias importantes, les propongo definir al pensamiento tecnológico utilizando una mirada comparativa.

El pensamiento tecnológico comparte con el científico una mirada preguntona y curiosa acerca del mundo, la planificación de estrategias para responder preguntas, la búsqueda de evidencias, la creatividad y el pensamiento analítico, pero tiene una diferencia importante con él. En ciencias, de lo que se trata es de conocer cosas que no sabemos acerca de cómo funciona el mundo, de responder preguntas que nos dan intriga, de buscar respuestas para entender mejor lo que sucede. En tecnología, si bien esta mirada investigadora está presente, el objetivo principal no es comprender, sino resolver problemas (Mioduser, 2009).

En la niñez, estas dos miradas del mundo, científica y tecnológica (o “ingenieril”), convergen todo el tiempo. Las investigaciones muestran que los niños, cuando experimentan, muchas veces intentan producir un efecto o un resultado y ver si algo funciona, en lugar de testear una idea para ver si es correcta y comprender lo que sucede (Zimmermann, 2007). En general, los chicos experimentan más como ingenieros que como científicos. Pero ambos objetivos se entremezclan en forma continua, sin que sean del todo conscientes de ello.

Personalmente, creo que si bien desde el punto de vista epistemológico esta diferencia entre comprender lo que sucede y resolver problemas (es decir, entre ciencia y tecnología) es clara y central, y que vale la pena que los docentes la tengan presente, en lo que hace a la enseñanza de los niños pequeños no resulta indispensable. Por el contrario, como educadora, creo que los contextos de enseñanza ricos, que presentan desafíos y problemas auténticos, son centrales para que los niños desarrollen de manera integrada ambos tipos de pensamiento, el científico y el tecnológico. Y que, al menos en esta etapa de la escolaridad (el nivel inicial y el primer ciclo de la escuela primaria), no es un problema que estén “mezclados”.

En las últimas décadas, la llegada de nuevas tecnologías de bajo costo y cada vez más accesibles a los niños, como las computadoras personales y otros dispositivos programables, abrió un terreno sumamente fértil para el desarrollo del pensamiento tecnológico (¡y científico!). Cada vez más, niños y docentes tienen a su alcance herramientas que pueden adaptarse a usos y funciones que, en principio, no parecerían tener límites. Seymour Papert, el padre del uso de las computadoras en la enseñanza, lo ponía en estos términos: “La esencia de



las computadoras es su universalidad, su poder de simular. Porque pueden tomar 1.000 formas y servir para 1.000 funciones, tienen el potencial de interesar a 1.000 gustos distintos”.

Así, en un trabajo fundacional de 1972, llamado “Veinte cosas para hacer con una computadora”, Papert y su colega Cynthia Solomon ya proponían una variedad de proyectos educativos para niños basados en el uso de las computadoras personales. Incluían la composición de música, el control de títeres y otros muñecos, la programación, la creación de películas, la elaboración de modelos matemáticos y un abanico de otros proyectos que, aún hoy, más de cuarenta años después, representan un horizonte a alcanzar (a veces, todavía lejano) para muchas escuelas.

Los educadores en tecnología suelen hablar de un concepto que considero central tanto para la educación científica como para la tecnológica: el de “tinkering”, que, aunque no tiene una traducción única, en castellano significa “jugar, manipular, desarmar, hacer lío y tratar de arreglar”. El mismo Papert le atribuía un rol clave en el desarrollo de su pensamiento a sus juegos infantiles con engranajes de automóviles. En un relato de 1980, contaba:

“Me volví adepto a dar vuelta ruedas en mi cabeza y a buscar cadenas de causas y efectos: ‘Esta gira para este lado, entonces debería girar a esta otra rueda, y así’. Siempre encontré un placer particular en esos sistemas de engranajes, que no siguen una cadena lineal de causalidades, dado que el movimiento en el eje de transmisión puede distribuirse de muchas maneras diferentes en las dos ruedas en función de la resistencia que encuentran. Recuerdo de manera muy vívida mi emoción al

descubrir que un sistema podía ser comprensible” (citado en Libow Martínez y Stager, 2013).

En su inspirador libro *Inventar para aprender: construir, desarmar, jugar y hacer ingeniería en el aula* los educadores Sylvia Libow Martínez y Gary Stager (2013) abogaron por la necesidad de que los niños aprendan haciendo. En sus palabras: “asombrosas herramientas nuevas, materiales y habilidades nos convierten a todos en *makers* (hacedores). Usar la tecnología para construir, reparar o adaptar los objetos que necesitamos acercan la ingeniería, el diseño y las ciencias de computación a las masas” (p. 122).

El movimiento *maker*, en este sentido, basado en la generación de espacios de exploración y colaboración al servicio de desarrollar invenciones o resolver problemas utilizando la tecnología, da sustento a numerosas experiencias educativas, como ampliaremos en los capítulos 3 y 4. En todas estas iniciativas, la elaboración de productos funciona como vehículo para el desarrollo de la comprensión conceptual y el aprendizaje de capacidades. Se trata de propuestas que, a mi entender, siembran terrenos sumamente fértiles para el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico, considerando tanto su dimensión cognitiva como la emocional. Felizmente, cada vez más, aparecen dispositivos tecnológicos (incluso juguetes) y espacios de colaboración tanto presenciales como virtuales entre expertos y aficionados, que ayudan a abrir este camino. Como predicen Libow Martínez y Stager: “estamos frente a una revolución tecnológica y creativa que puede cambiarlo todo”.

### ¿Y por qué es importante todo esto, eh?

A veces damos por sentado que hay que aprender cierta asignatura en la escuela (Ciencias, Historia,

---

Música, cualquiera sea el ejemplo) como si fuera una verdad de la naturaleza. Sentimos que las cosas siempre han sido así en la educación, y pocas veces nos preguntamos acerca del sentido del aprendizaje de cierta área del conocimiento.

Sin embargo, creo que la pregunta acerca de la relevancia, del porqué, de cada una de las asignaturas que nuestros chicos estudian en la escuela, siempre tiene que estar vigente. Justamente, como relata George DeBoer (1991) en su *Historia de las ideas en educación en ciencias*, el estudio de las ciencias no entró al currículo escolar en el primer momento de la expansión de la educación secundaria sino más tarde, ya entrado el siglo XIX, en reemplazo del estudio de las letras clásicas (el Latín, el Griego y el estudio de las obras de la Antigüedad), cuando estas últimas ya no parecían ser el mejor camino para entrenar facultades mentales como la memoria o la lógica.

El argumento que se esgrimió en su momento para su reemplazo fue que, además de desarrollar estas capacidades básicas del pensamiento, el estudio de las ciencias exactas y naturales proporcionaba a los ciudadanos conocimientos útiles para mantener la higiene y la salud, y conocer las nuevas invenciones del mundo moderno. Al mismo tiempo, los intelectuales de la época reclamaban que el mundo había cambiado de modos que requerían el desarrollo del pensamiento autónomo, y no la aceptación pasiva de la autoridad, y coincidían en que el aprendizaje de la ciencia era un camino privilegiado para lograrlo.

Este sentido fundacional cobra forma en dos de los porqués principales que actualmente se le atribuyen al aprendizaje de las ciencias y la tecnología

en los lineamientos curriculares a nivel internacional. El primero es un porqué más colectivo, más orientado al bienestar social. El segundo, aunque relacionado con el anterior, está más vinculado al desarrollo individual.

Empecemos con el primero: el aprendizaje de las ciencias (y, podemos incluir, de la tecnología) para el bienestar social. No es novedad para nadie decir que, en las últimas décadas, se viene potenciando de un modo sin precedentes el impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico y social a nivel mundial (incluyendo, en muchos casos, sus impactos ambientales negativos). Al mismo tiempo, los avances en ciencia y tecnología también aparecen como una eventual plataforma para que ese desarrollo sea equitativo y sustentable, una meta global que en la actualidad parece bastante lejana.

De la mano de esta tendencia, se ha extendido un consenso internacional que propone que la educación científica y tecnológica es una prioridad para el desarrollo y el bienestar de las naciones y el planeta todo. Por ejemplo, en el marco de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso, organizada por el Consejo Internacional de la Ciencia y la UNESCO en 1999 (en general conocida como la Declaración de Budapest), los países promulgaron un acuerdo en el que establecieron que la educación científica es un imperativo estratégico. Ese consenso partía de una premisa: la participación plena en la sociedad actual requiere, cada vez más, que los ciudadanos tengan una formación que les permita comprender y actuar sobre un mundo rápidamente cambiante y profundamente impregnado por la ciencia y la tecnología.



En esta línea, existe también un acuerdo cada vez mayor acerca del papel que desempeña la educación científica y tecnológica en la promoción de las llamadas “habilidades del siglo XXI”, o aquellas capacidades relacionadas con la innovación, el aprendizaje continuo y el pensamiento crítico, que se proponen como fundamentales para participar en las sociedades actuales (Harlen, 2008).

Así, los especialistas y los diseños curriculares de muchos países, incluida la región iberoamericana, hablan de la llamada “alfabetización científica y tecnológica” como parte integral de la formación ciudadana para nuestro siglo, tomando como analogía las alfabetizaciones tradicionales (es decir, aprender a leer y escribir, y aprender matemática) (Gil y Vilches, 2004). Estar científicamente alfabetizado es indispensable para comprender, juzgar y tomar decisiones con respecto a cuestiones individuales y colectivas, así como participar de la vida comunitaria. Decidir sobre cuestiones ambientales o relacionadas con la salud, por citar solo los ejemplos más evidentes, exige una ciudadanía informada y conocedora de algunos aspectos básicos del mundo natural, que además pueda tomar en cuenta evidencias científicas y evaluar de manera responsable argumentos a favor y en contra de cierta postura.

Sin embargo, mi definición favorita de este primer porqué es mucho más sencilla. La dio el científico y divulgador de la ciencia Diego Golombek en el documento que acompañó al IV Foro Latinoamericano de Educación de la Fundación Santillana de 2008, dedicado justamente a la enseñanza de las ciencias. Allí Golombek decía, en pocas palabras, que el objetivo último de la enseñanza de la ciencia es “formar buenos ciudadanos y, por qué no, buena gente” (2008, p. 14). Así de simple.

Finalmente, dentro de este primer porqué del aprendizaje de las ciencias y la tecnología, más social y colectivo, hay otro factor que no mencionamos aún: la necesidad de formar vocaciones en ciencias, tecnología e ingeniería como aspecto central en el desarrollo de economías basadas en el conocimiento. En muchos países del mundo las estadísticas muestran que la cantidad de estudiantes que eligen carreras STEM (relacionadas, como indicamos en la introducción, con las ciencias, la tecnología, la ingeniería y la matemática) está decreciendo en las últimas décadas (ver, por ejemplo, European Union, 2013). El desarrollo del pensamiento científico y tecnológico en la infancia tiene, entonces, como objetivo secundario (pero no por ello poco importante), despertar en niños (y luego en los jóvenes) vocaciones en las que las ciencias y la tecnología cumplan un papel protagónico.

El segundo porqué del aprendizaje de las ciencias y la tecnología en la infancia, aunque se relaciona con el primer porqué colectivo, tiene un foco más individual. Se trata de un porqué relacionado con el crecimiento personal. Volviendo a la introducción de este libro, personalmente parto de la convicción de que gran parte del sentido de la formación del pensamiento científico y tecnológico tiene que ver con el desarrollo de una actitud ante la vida, una manera de ver, entender y pararse frente al mundo que valore y potencie la curiosidad, la libertad de pensamiento, la honestidad intelectual y la posibilidad de colaborar y producir con otros creativamente.

Creo que la educación científica y tecnológica tiene la oportunidad (y el deber) de formar una mirada del mundo potente, propia, confiada, preguntona, libre de dogmatismos y fanatismos, que nos

---

habilite para seguir aprendiendo y construyendo con otros durante toda la vida, para cualquier ámbito en el que nos desempeñemos, seamos, o no, científicos o tecnólogos. Se trata de una mirada que nos empodera para tener el rol de constructores de este mundo apasionante, complejo y maravilloso que tenemos enfrente. Y, por qué no, que nos da alas para ser protagonistas del futuro que queramos crear junto con otros.

### **¿Y por qué el foco en la primera infancia?**

Antes de terminar este capítulo, nos queda una última pregunta por hacer. Este libro está dedicado a la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia, desde el nivel inicial hasta los primeros años de la escuela primaria. ¿Por qué vale la pena considerar en particular esta etapa del trayecto educativo de los alumnos?

Como indicamos en la introducción de este libro, la infancia es una etapa clave, fundante, imprescindible en la experiencia educativa de los niños. Se trata de años que inciden con fuerza en la trayectoria que los chicos van a recorrer a lo largo de sus vidas. Seguramente coincidan conmigo en esta visión, porque, de manera intuitiva y desde nuestra experiencia personal y profesional, casi todos nosotros hemos visto en carne propia ejemplos que apoyan esta idea.

Al mismo tiempo, la investigación educativa avala con firmeza esta perspectiva sobre la importancia de los primeros años de escuela. El cuerpo de estudios más recientes sobre la educación inicial y la primera etapa del nivel primario muestra evidencias contundentes acerca de la influencia clave

de esta etapa en la construcción de una trayectoria educativa (e incluso laboral) exitosa por parte de los chicos, sobre todo para los niños de contextos más desfavorecidos. Numerosas investigaciones, como las lideradas por Edward Melhuish (2011) en el Reino Unido, muestran que es probable que la mejor inversión que los países pueden hacer en términos educativos sea ampliar el acceso y fortalecer la experiencia educativa de los niños en los primeros años de escolaridad, en particular en el nivel inicial.

Así, estudios realizados en diversos países del mundo coinciden en que asistir al jardín de infantes se asocia con efectos positivos en los niños, tanto cognitivos como socioemocionales, que persisten a lo largo de los años, incluso hasta la vida adulta (Camilli et al, 2010; Sylva et al, 2010). En especial, se observa una fuerte relación entre la edad de comienzo del nivel inicial y el desempeño académico posterior de los alumnos. Por citar un ejemplo local, un estudio de Berlinski y col. (2006) realizado en la Argentina mostró que asistir a un año más de educación inicial mejoró en gran medida los desempeños de matemáticas y lenguaje de los niños cuando llegaron a 3.º grado, en comparación con chicos que no habían tenido ese año extra de escolaridad.

Pero hay algo más que, como educadores en ciencias y tecnología, nos toca bien de cerca. Más allá de su importancia sobre los aprendizajes en general, también sabemos que los primeros años de la vida escolar de un niño son esenciales para colocar las primeras piedras fundamentales de una mirada científica y tecnológica del mundo que se complejice y profundice en forma paulatina. De eso, justamente, hablaremos en el próximo capítulo. ¿Me acompañan?



## II Científicos y tecnólogos desde la cuna

¿Cómo se desarrolla el pensamiento científico y tecnológico a lo largo de la infancia? ¿Cuánto de ese pensamiento ya está presente en los primeros años de vida? ¿Y cuánto depende de la enseñanza? En este capítulo abordaremos estas y otras preguntas acerca de la formación del pensamiento científico y tecnológico en la niñez.

Analizaremos este proceso considerando los aportes de la pedagogía, la didáctica, la psicología cognitiva y las neurociencias. El análisis tiene el propósito de ofrecer un panorama claro y actualizado acerca de aquello que se conoce, buscando que pueda servir como insumo para pensar sobre la enseñanza.

Como veremos a continuación, una serie de estudios llevados a cabo en los últimos años muestran a las claras que algunos rudimentos del pensamiento científico ya están presentes desde que somos muy pequeños. Por eso, ciertos investigadores argumentaron que somos “científicos desde la cuna”, apelando al entusiasmo y la curiosidad con los que tanto niños como los científicos profesionales abordan el mundo (Kilhar et al, 2011). Y lo mismo podríamos decir sobre el pensamiento tecnológico, en especial porque, como ya mencionamos, esa mirada del mundo juguetona, preguntona, con ganas de entender pero también de desarmar y armar, de transformar, de probar y ver qué sucede, se da de manera integrada en la infancia.

Sin embargo, las investigaciones muestran también que, aunque los niños exhiben desde muy

pequeñas capacidades asociadas al pensamiento científico y tecnológico, estas no avanzan ni se profundizan sin una enseñanza que potencie en forma deliberada ese desarrollo. En esta línea, Deanna Kuhn (2012), que ha dedicado buena parte de su carrera a estudiar la formación del pensamiento científico, describe en su libro *Enseñar a pensar* cómo este tipo de pensamiento involucra un conjunto complejo de habilidades cognitivas, pero también metacognitivas (es decir, de reflexión y conciencia sobre el propio proceso de pensamiento), cuya consolidación requiere una considerable cantidad de ejercitación y práctica a lo largo de varios años.

En relación con el aprendizaje de la ciencia, en su libro *Sentido no común*, el físico Alan Cromer (1993) lo describe de manera contundente: la ciencia les pide a las personas “que vean las cosas como son, y no como ellos sienten o quieren que sean” (p. 18). En otras palabras, el pensamiento científico va más allá de nuestros modos habituales de entender el mundo (por eso lo de “sentido no común” del título de su obra), incluso “en contra de una pasión profundamente humana” que es la de explicar lo que vemos de acuerdo con nuestros deseos o creencias. Nuestras capacidades de pensamiento científico, argumenta Cromer, no se desarrollan en forma espontánea, sino que deben cultivarse con cuidado en el proceso de educación formal.

Así, el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico no es inevitable, ni se da naturalmente a medida que los niños crecen. Por el contrario, padres, docentes y adultos en general desempeñan un rol central en la promoción de la curiosidad de los niños y su persistencia, capturando su atención, orientando sus observaciones, estructurando sus

---

experiencias, apoyando sus intentos de aprendizaje, acompañándolos en sus frustraciones, regulando la complejidad y la dificultad de las tareas y la información que les acercan, y ayudándolos a hacer conscientes sus ideas y procesos de pensamiento.

### **¿Científico se nace o se hace? El pensamiento en los primeros años de vida**

¿Cuánto del pensamiento científico y tecnológico de un niño “viene de fábrica”? ¿Existen capacidades que aparecen de manera temprana? ¿De qué modos esas capacidades se desarrollan y enriquecen en interacción con el contexto? En respuesta a estas preguntas, las investigaciones recientes tienen mucho para decir.

Vayamos por un momento a los primeros años de vida de un niño. En palabras de la especialista en cognición infantil Alison Gopnik (2012), hace solo treinta años la idea de que niños de dos años pudieran pensar como científicos habría parecido absurda: “Jean Piaget, el gran pionero de los estudios en desarrollo cognitivo, argumentaba que el pensamiento preescolar era justamente lo opuesto al pensamiento científico. Los niños de esta edad eran irracionales, ilógicos, precausales, y limitados al aquí y al ahora” (p. 1623).

Estas ideas han permeado tanto en la política como en la práctica educativa. En un estudio de Kathleen Metz (1995) en el que recopila las visiones arraigadas en los currículos de ciencia acerca de las limitaciones del pensamiento de los niños pequeños, la investigadora encuentra tres visiones fundamentales: 1) Los niños piensan en términos concretos, no abstractos; 2) Los niños construyen significado fundamentalmente a partir de ordenar

y clasificar objetos, pero no buscando explicaciones o relaciones entre ideas ni construyendo a partir de sus teorías intuitivas, y 3) Los niños no pueden usar la experimentación para desarrollar sus ideas.

Las investigaciones acerca del desarrollo cognitivo en la infancia, sin embargo, han mostrado que estas ideas son equivocadas. Hoy sabemos que los niños, desde muy pequeños, ya tienen teorías intuitivas sobre el mundo que los rodea. Se trata de representaciones estructuradas y causales sobre su entorno, y muchas veces abstractas, similares en muchos sentidos a las teorías científicas, en tanto buscan dar cuenta de sus observaciones sobre la realidad de manera coherente (Giordan y De Vecchi, 1995). Cuando llegan a la edad escolar, tienen un conocimiento muy rico (aunque algunas veces erróneo) de cómo funciona el mundo que los rodea.

Tampoco es cierto que los niños no usan la experimentación para desarrollar sus ideas ni que buscan explicaciones o relaciones causales. Como sabemos, el modo en que los niños van construyendo su conocimiento sobre el mundo es, mayormente, mediante el juego. Y, si miramos con atención, el juego infantil se parece mucho a la experimentación en ciencias y en tecnología. Las investigaciones muestran que el juego exploratorio infantil involucra un abordaje experimental, aunque intuitivo e implícito, de la realidad, en el que los niños experimentan, por prueba y error, los efectos de sus acciones y buscan evidencias que les permitan interpretar lo que sucede (ver, por ejemplo, Gopnik y Meltzoff, 1997).

Así, los estudios muestran que los niños aprenden haciendo predicciones y experimentando



continuamente, haciendo inferencias sobre sus acciones y también sobre las acciones de otros. De esa manera, obtienen evidencia que los va ayudando a aprender, explorando relaciones causales y poniendo a prueba distintas ideas acerca de cómo funciona el mundo. Estos resultados, sostiene Gopnik, dan sustento empírico a la larga tradición en educación en ciencias llamada “enseñanza por indagación”, de la que nos ocuparemos en detalle en el capítulo 3, que postula la importancia de involucrar a los niños en investigaciones y exploraciones acerca de los fenómenos de la naturaleza como modo de construir las bases del pensamiento científico, en tanto este enfoque didáctico va de la mano del modo en que espontáneamente comenzamos a explorar el mundo.

Pero no solo de experimentos vive el científico... Otro elemento clave del pensamiento científico es la capacidad de sacar conclusiones a partir de evidencias. Y, nuevamente, los estudios muestran que los rudimentos de esta capacidad ya están presentes desde edades muy tempranas.

Por ejemplo, las investigaciones del grupo de Laura Schulz en el Departamento de Neurociencia y Ciencia Cognitiva del MIT muestran que a los 15 meses los bebés ya muestran la capacidad de sacar conclusiones de la evidencia disponible. En uno de sus estudios (Gweon, Tenenbaum y Schulz, 2010), las investigadoras trabajaron con cajas con pelotas de goma de distintos colores. En una de las cajas había gran cantidad de pelotas amarillas y muy pocas azules. Los investigadores sacaron de la caja tres pelotas azules seguidas, y mostraron que las tres hacían ruido al apretarlas. Al sacar una cuarta pelota azul, los bebés quisieron apretarla, esperando que hiciera ruido como las otras. Pero cuando

sacaron una amarilla, los bebés la ignoraron, asumiendo que las amarillas no producían ruido como las azules.

En otro estudio con bebés de la misma edad, Gweon y Shultz (2011) mostraron que los niños eran capaces de evaluar dos hipótesis alternativas a la luz de la evidencia disponible. En este caso, si el hecho de que un juguete no suene tiene que ver con que está roto o con un problema con la persona que aprieta el botón para que suene. Y que tomaron decisiones a partir de esa evidencia. Las investigadoras encontraron que si la evidencia apoya la primera hipótesis (el juguete parece estar roto), el bebé intenta agarrar otro. Pero si sustenta la segunda hipótesis (el problema parecía ser la persona que aprieta el objeto), el bebé le da el juguete a otra persona para que intente hacerlo sonar.

Yendo al pensamiento más tecnológico, Gopnik y sus colegas (2001) observaron que los niños de entre 2 y 4 años buscan patrones y regularidades que les permitan resolver un problema técnico, en este caso, que cierto dispositivo (llamado “detector Blickett”) se encienda, ensayando soluciones alternativas. En este estudio, los investigadores programaron al detector para que encienda una luz y emita un sonido cuando los niños apoyaran sobre él una configuración determinada de bloques disponibles (por ejemplo, si ponían dos rojos abajo y uno amarillo arriba). Probando y aprendiendo de los resultados de la experiencia, los niños de esta edad suelen lograr resolver el problema en una cantidad relativamente acotada de intentos.

En esta línea, el grupo de David Mioduser (2009) viene analizando el desempeño de los niños en edad preescolar en el programa de educación

---

tecnológica *Designing Minds* (mentes que diseñan) que se lleva a cabo en diferentes escuelas públicas israelíes. El programa se organiza alrededor de pilares como: el mundo diseñado (incluida la exploración de los artefactos y sus usos), la resolución de problemas (apuntando a que los niños aprendan a planificar modos de resolver un desafío de manera cada vez más sistemática) y el diseño y la construcción de dispositivos que cumplan un fin determinado. Los investigadores observaron que los niños de jardín de infantes ya son capaces de participar en forma activa del proceso de planear, construir, proponer, inventar y colaborar en el diseño de soluciones, de manera cada vez más reflexiva y consciente a medida que avanzan en su escolaridad.

### **Las capacidades científicas y tecnológicas de los niños en edad escolar**

Hasta ahora indicamos que los niños, desde bebés, despliegan rudimentos del pensamiento científico y tecnológico en sus intentos por aprender del mundo. ¿Pero qué sucede con estas capacidades a medida que los chicos crecen y entran a la escuela primaria?

Las investigaciones muestran que, sin una enseñanza que intencionalmente trate de desarrollarlas, estas primeras capacidades rudimentarias mejoran y se vuelven más complejas a medida que los niños crecen pero, como veremos más adelante, hasta llegar a un límite.

Por ejemplo, los chicos de seis y siete años ya pueden distinguir entre experimentos bien y mal diseñados para responder una pregunta, cuando se les presentan problemas simples. En un estudio de Sodian y col. (1991) con niños de 1.º y 2.º grados,

los investigadores les contaron a los chicos una historia en la que dos hombres trataban de averiguar si el sentido del olfato de un oso hormiguero era “muy bueno” o “mediano”. Para eso, tenían disponible comida muy olorosa y otra comida poco olorosa. Los niños debían decidir cuál de dos experimentos, relatados por los investigadores, era el mejor para saber el grado de eficiencia del sentido del olfato del oso hormiguero. En el primer experimento, los hombres probaban solamente la comida muy olorosa (es decir, hacían un experimento que no les permitía decidir si el sentido del olfato del oso hormiguero era mediano o muy bueno, porque en cualquiera de los dos casos iba a poder oler la comida). En el segundo, probaban con comida poco olorosa (en este caso, el experimento sí sirve para discernir el nivel de eficiencia del olfato del oso hormiguero).

Los investigadores observaron que la mayoría de los niños de 1.º grado y prácticamente todos los de 2.º eligieron el experimento correcto (es decir, el segundo) y que muchos de ellos, además, podían dar argumentos apropiados sobre las razones detrás de su elección. Es más, algunos niños propusieron en forma espontánea experimentos nuevos para averiguar si el oso hormiguero tenía buen o mal sentido del olfato, como colocar la comida lejos y observar si percibía su olor. Así, los investigadores mostraron que los niños de estas edades son capaces de diferenciar experimentos que podían dar evidencias concluyentes para determinar si cierta hipótesis era válida, de aquellos que no las aportaban.

En el mismo estudio, los autores investigaron si los niños de 1.º y 2.º grados podían entender la diferencia entre hacer un experimento para



responder una pregunta investigable (una capacidad científica fundamental) versus producir un efecto (es decir, “probar a ver qué pasa”, una capacidad que hemos definido como “ingenieril”). Esta cuestión es importante, dado que, como mencionamos en el capítulo anterior, en la primera infancia ambos tipos de pensamiento suelen estar mezclados, y las observaciones muestran que los niños pequeños por lo general experimentan más como ingenieros (para producir un efecto) que como científicos (para comprender algo que no conocen).

Para averiguarlo, los investigadores les presentaron a los chicos otro cuento en el que dos hermanos debatían acerca del tamaño de un ratón en su casa. Un hermano decía que el ratón era pequeño, mientras que el otro afirmaba que era grande. Luego, se les presentaban a los niños dos cajas con diferentes agujeros de entrada, que contenían comida: una caja tenía un agujero pequeño, la otra presentaba un agujero grande. Los niños debían determinar qué caja usar para dos fines distintos: en el primer caso, averiguar el tamaño del ratón (es decir, para responder una pregunta científica, en cuyo caso debían usar la caja con el orificio pequeño, para discriminar entre los dos tamaños). En el segundo caso, para alimentar al ratón (es decir, producir un efecto, en cuyo caso les convenía usar la caja con el agujero grande que les iba a servir seguro). Los investigadores encontraron que más de la mitad de los niños de primer grado y el 86% de los alumnos de segundo grado pudieron resolver la tarea correctamente y justificar sus elecciones.

Como ya expresamos, el pensamiento científico involucra un nivel de reflexión consciente sobre el proceso mismo de construcción de conocimiento, que los niños de esas edades en general aún no

demuestran. Los chicos muchas veces son capaces de interpretar evidencias y revisar sus hipótesis, sí, pero no suelen ser conscientes de qué están haciendo o de las razones detrás de sus elecciones metodológicas cuando realizan una experiencia. En la niñez temprana, el proceso de coordinación de las teorías y las evidencias no suele ocurrir en un nivel de conocimiento consciente y control explícito aunque, como muestran Ardnt y Anijovich (2015), cuando desde la enseñanza se trabaja intencionalmente en esa coordinación, se pueden lograr grandes avances aun con niños de jardín de infantes.

En síntesis, lo que las investigaciones nos muestran es que, cuando los niños llegan al jardín de infantes y a los primeros años de la escuela primaria, traen consigo un conjunto de saberes y capacidades muy ricos, que brindan a los educadores una plataforma única para seguir avanzando en la construcción de la mirada científica del mundo.

### **Empezar temprano: el papel de la enseñanza**

Presentábamos un punto de partida prometedor: los niños, desde que son muy pequeños, muestran capacidades e ideas acerca del mundo que podrían considerarse bases del pensamiento científico y tecnológico (a mí me gusta llamarlas “capacidades protocientíficas”).

Sin embargo, las investigaciones también muestran con claridad que, para que esas capacidades se desarrollen en toda su potencialidad, hace falta que alguien (un docente, una mamá o un papá, o un “otro” que cumpla la función de guía) nos desafíe y acompañe de cerca en ese camino de aprender a pensar. Decíamos que el pensamiento científico y tecnológico no se desarrolla de manera espontánea,

---

que esas capacidades que observamos en la infancia tienen un techo. De hecho, tal vez la mayor evidencia al respecto es que buena parte de la población adulta no logra desarrollar por completo estas estrategias de pensamiento, incluso a pesar de haber atravesado muchos años de educación formal (Kuhn, 2012).

Así, los especialistas en la educación en ciencias en la infancia sostienen que la educación científica debería comenzar en los primeros años de escolaridad, incluido el jardín de infantes (Duschl et al, 2007; Eshach y Fried, 2005). En particular, resulta claro que las experiencias educativas tempranas de los niños tienen un profundo impacto en sus logros posteriores, tanto en términos de aprendizajes como de las actitudes que desarrollan hacia las distintas asignaturas (Sylva et al, 2010). Por citar solo un ejemplo, Kumtepe y col. (2009), analizando los datos del estudio longitudinal ECLS (*Early Childhood Longitudinal Study*) realizado en escuelas de los Estados Unidos, muestran que los niños que tuvieron experiencias de enseñanza de las ciencias naturales más ricas en el jardín de infantes tienen mejores desempeños académicos en ciencias en la primaria (considerando en este caso las evaluaciones en tercer grado).

La idea de comenzar temprano cobra sentido tanto cuando consideramos el aprendizaje conceptual (es decir, el de ideas científicas) como si se considera el aprendizaje de capacidades de pensamiento.

En relación con lo conceptual, investigaciones como las de Duit y Treagust (2003), y Giordan y De Vecchi (1995) revelan que las ideas de los niños están muy arraigadas en sus experiencias cotidianas, que naturalmente son útiles en el contexto cotidiano de los niños, pero que en muchos casos

son incorrectas desde el punto de vista científico (por eso se las suele llamar “ideas ingenuas”, “concepciones alternativas” o, en inglés, “*misconceptions*”). Por eso, argumentan, es importante comenzar desde edades tempranas a desafiarlas y enriquecerlas, promoviendo que esas ideas intuitivas avancen hacia nuevos conocimientos.

Por ejemplo, los niños suelen ver los fenómenos desde un punto de vista centrado en los seres humanos. Así, es habitual que les atribuyan a los fenómenos naturales características humanas, como sentimientos o intenciones (como cuando dicen que “el Sol está cansado y por eso se fue a dormir” en el atardecer). Por otra parte, los niños suelen utilizar y atribuirle a un concepto diferentes y variados significados que muchas veces se contradicen con las ideas científicas. Por ejemplo, para algunos pequeños las plantas no son seres vivos porque no se mueven. Pero las nubes sí tienen vida porque aparentan movimiento.

Esto mismo se observa en las actividades de diseño de tecnología. En niños de jardín de infantes que aprendían a programar robots móviles, cuando los robots llevaban a cabo acciones complejas los niños explicaban esas acciones usando criterios psicológicos (es decir, a partir de las intenciones del robot, como si fuera un ser animado). En cambio, cuando las acciones eran muy básicas, podían explicarlas apelando a criterios ingenieriles (por ejemplo, describiendo cómo una instrucción determinada del programa había logrado que el robot hiciera cierto movimiento) (Levy y Mioduser, 2008).

Otra característica del pensamiento infantil es la atención enfocada en el cambio, que hace difícil que puedan reconocer sin ayuda patrones o



cuestiones llamativas que se producen en situaciones estables. Así, cuando los niños observan gusanos de seda a lo largo del tiempo, les resulta sencillo notar los cambios que se presentan en su apariencia (cuando se transforman de larva a pupa y luego a mariposa). Sin embargo, tienen dificultades en notar que la cantidad de individuos en la población de gusanos de seda (considerando larvas, pupas y mariposas) permanece constante a lo largo de las semanas de observación (Cabe Trundle y Saçkes, 2015).

Las ideas de los niños son estables. Incluso después de la enseñanza formal, sus ideas ingenuas suelen convivir, a veces por mucho tiempo, con las científicas, sin que estas últimas las reemplacen. Esto es así incluso aunque se les presenten evidencias en contra de estas ideas ingenuas con el fin de modificarlas. Los estudios muestran que, cuando los niños aprenden conceptos científicos (en especial si son antiintuitivos, como las teorías newtonianas sobre el movimiento, o algunos fenómenos astronómicos que requieren imaginar distintos cuerpos celestes, incluida la Tierra, en movimiento), los conceptos nuevos no siempre reemplazan a los anteriores. Más que un cambio conceptual, nuestras mentes mantienen vivas ambas teorías y las usan según el contexto (Harlen, 2008).

Comenzar la enseñanza de las ciencias desde edades tempranas implica, entonces, poder reconocer estas ideas intuitivas y los modos de interpretar el mundo de los niños, tomándolos como puntos de partida para desafiarlos a través de variadas experiencias que los enriquezcan. Esas experiencias deberán confrontarlos con evidencias y puntos de vista diferentes a los propios, desafiarlos a encontrar nuevas explicaciones y, en suma, ofrecerles múltiples oportunidades de hacer explícitas sus ideas y

revisarlas a la luz de las nuevas evidencias e información, y en diálogo con las ideas de otros y las del docente u otras fuentes de información (Vosniadou, 1997). Así, esas ideas iniciales podrán evolucionar hasta acercarse a ideas científicas, que les sirvan a los niños como marcos conceptuales para entender y actuar sobre el mundo.

### **¿Y qué pasa con las capacidades “protocientíficas”?**

Volviendo a los hábitos de la mente que conforman el pensamiento científico, los estudios dan cuenta de que, en ausencia de una enseñanza deliberada que ayude a desarrollarlas, esas “capacidades protocientíficas” tienen limitaciones importantes.

Por ejemplo, si bien describimos cómo los niños aprenden experimentando y poniendo a prueba sus ideas mediante experiencias y observaciones, los estudios muestran que el desempeño de los niños en actividades experimentales se caracteriza por la generación de experimentos no controlados o inválidos, y por ser poco sistemáticos en el registro de planes, datos y resultados (Duschl et al, 2007).

Por otra parte, si bien los niños de temprana edad tienen la capacidad de sacar conclusiones a partir de evidencia, las investigaciones muestran también que tienen un sesgo fuerte hacia interpretar las evidencias en función de sus teorías iniciales, y obtienen conclusiones basadas en evidencia incompleta o no concluyente, o ignoran directamente aquellos resultados que les parecen sorprendentes (Metz, 2004).

Ambas dificultades, si bien un poco menos pronunciadas, aparecen también en el pensamiento

---

adulto, lo que revela que la evolución de estas capacidades tiene un techo que, en ausencia de la enseñanza, no se traspasa nunca (Kuhn, 2010).

En esta línea, Metz (1998) enfatiza el valor de brindarles a los niños oportunidades sostenidas de participación en prácticas científicas, poniendo el acento tanto en la experimentación como en el intercambio y la revisión de ideas, en el marco de la comunidad de aprendizaje del aula, como modo de potenciar y profundizar sus capacidades de pensamiento.

Añadiendo a esta perspectiva, como ya mencionamos, Kuhn (2012) sostiene la importancia crucial de acompañar a los alumnos en el desarrollo de los procesos metacognitivos, o de reflexión sobre el propio aprendizaje, con atención especial en la búsqueda de coherencia entre las evidencias o las observaciones y las explicaciones o teorías que se construyen a partir de ellos. Así, plantea que una parte importante del desarrollo del pensamiento científico tiene que ver con que los alumnos puedan hacer cada vez más conscientes tanto sus ideas como los caminos por los que llegaron a determinadas conclusiones, haciéndose “dueños” de su propio proceso como aprendices.

Finalmente, todos los estudios sobre la formación del pensamiento científico y tecnológico en los niños subrayan una dimensión crucial: el tiempo. Como expresamos, la construcción del pensamiento científico y tecnológico no se da de un día para el otro. Las investigaciones muestran que, cuando los niños participan de prácticas científicas y tecnológicas reflexivas durante un tiempo prolongado (desde algunos meses hasta varios años, para el caso de capacidades más complejas), van mejorando sus estrategias de experimentación e interpretación y sus capacidades de diseño de procesos y artefactos (Metz, 1998; Mioduser, 2009). Con el tiempo, los niños comienzan a proponer preguntas para la investigación y problemas propios para resolver, buscan patrones y relaciones, y comienzan a proponer explicaciones. Expresado de otro modo, las capacidades científicas y tecnológicas se refinan y profundizan con el tiempo, en tanto los niños tengan oportunidades sostenidas de aprendizaje.

¿Pero qué características deben tener esas oportunidades de aprendizaje? ¿Qué tipo de actividades y propuestas de enseñanza favorecen la construcción del pensamiento científico y tecnológico en la infancia? ¿Cuál es el papel de los docentes en ese camino de aprendizaje? De eso, justamente, nos ocuparemos en el próximo capítulo.



### III ¿Cómo se enseña el pensamiento científico y tecnológico?

En el capítulo anterior describimos cómo los niños, desde muy pequeños, ya muestran los primeros rudimentos del pensamiento científico y tecnológico. También subrayamos que, para que ese pensamiento se desarrolle y profundice, hace falta enseñarlo de manera intencional. Y dedicarle tiempo.

Hasta ahí, seguramente, estamos todos bastante de acuerdo. La pregunta que sigue es, entonces, por el cómo. ¿De qué modos se puede enseñar el pensamiento científico y el tecnológico en la infancia? ¿Qué tipo de experiencias de aprendizaje logran capitalizar la curiosidad y las capacidades de los chicos y llevarlas más allá, para potenciarlas hacia la construcción de ideas cada vez más complejas y hábitos de la mente cada vez más potentes? En este capítulo nos dedicaremos a pensar sobre ese cómo, desmenuzando sus distintas dimensiones, con el objetivo de sumar algunas pistas y aportes para que la meta de formar el pensamiento científico y tecnológico en los niños esté cada vez más cerca.

#### Jugar el juego completo

Uno de los autores que más me inspira para pensar en el cómo de la enseñanza es David Perkins, investigador de la Universidad de Harvard que, desde hace tiempo, viene dándole vueltas al asunto de cómo lograr que la educación nos prepare para tener vidas plenas, con sentido, ricas en experiencias y en propósitos.

En su libro *Hacer que el aprendizaje sea completo*, Perkins (2009) relata la historia de cómo aprendió, de chico, a jugar al béisbol:

“Recuerdo cómo mi papá me enseñó a batear en nuestro jardín. Me mostró cómo poner los pies, cómo sostener el bate, cómo no perder de vista la pelota. Y enseguida empezamos a jugar. Me acuerdo de los juegos que organizábamos en los jardines de mis amigos: pocos chicos, solo una o dos bases, a veces ni siquiera contando los puntos, solo jugando por el placer de jugar” (p. 2).

En ese relato, Perkins describe cómo aprender a jugar al béisbol fue siempre placentero porque, desde el vamos, empezó jugando versiones reducidas, más simples del juego (él las llama “versiones *junior*”), con bajo nivel de dificultad (por ejemplo, con menos jugadores, o menos cantidad de bases) pero que nunca perdieron el sentido del juego entero. Aunque nunca llegó a niveles de excelencia en ese deporte, ni mucho menos, el investigador reflexiona cómo ese abordaje que partía de versiones completas y auténticas, aunque simplificadas, fue fundamental en su aprendizaje, porque desde el vamos le permitió jugar y disfrutar del juego, sin perder nunca de vista el porqué de cada acción, de cada movimiento, del sentido general de lo que estaba haciendo.

Cuando leí por primera vez este relato, sentí que la analogía me interpelaba profundamente. A menudo, la enseñanza de las ciencias naturales (en especial a medida que los alumnos crecen) adolece de lo que Perkins diagnostica como epidemia de “elementitis”, es decir, la enseñanza de conocimientos fragmentados que nunca terminan de tener un sentido completo, como si fueran las

---

partes de un rompecabezas que nunca se junta y que los alumnos deberán descubrir más adelante, si es que eso alguna vez termina sucediendo. La otra epidemia que describe Perkins es la de “sobre-itis”, es decir, de aprender sobre el rompecabezas, describiendo sus piezas al detalle, pero sin haberlo tocado ni tratado de armar jamás.

En las clases de Ciencias naturales, por ejemplo, los chicos suelen estudiar con muchísimo detalle sobre las partes y funciones del cuerpo humano (en un claro caso de “elementitis”), pero sin terminar de entender cómo trabajan juntas y cómo se refleja ese funcionamiento integrado del organismo en nuestra vida cotidiana. O aprenden sobre los distintos componentes del “método científico”, como las preguntas, las hipótesis y las conclusiones (la “sobre-itis”), pero pocas veces viven en carne propia el placer que conlleva diseñar y llevar a cabo una investigación junto con otros.

En las clases de tecnología, los chicos suelen aprender sobre las características y los usos de distintos artefactos tecnológicos, de manera descriptiva (otro ejemplo de “sobre-itis”). Pero pocas veces tienen la oportunidad de diseñar un objeto para resolver un desafío o cumplir cierta función, atravesando el proceso creativo y analítico que conllevan las idas y vueltas de planificación, puesta a prueba, rediseño y mejora que forman parte de cualquier situación de diseño auténtica. Tampoco suelen tener la oportunidad de desarmar aparatos que cumplan una determinada función para tratar de entender cómo funcionan, o (ayudados por las nuevas tecnologías) enfrentarse al desafío de lograr que un dispositivo programable (como un robot) cumpla una serie de instrucciones que deciden proponerle.

Por el contrario, la propuesta de enseñar a jugar “el juego completo” desde el inicio, a partir de prácticas auténticas en versiones más simples, implica que quien aprende pueda tener claro desde el vamos el sentido del proceso en el que está embarcado. Le da a toda la empresa de aprendizaje un sentido claro. Y tiene la belleza de que la pregunta por el sentido (el archiconocido “¿por qué tengo que aprender esto?”) se responde sola, genuinamente, en tanto los chicos nunca dejan de tener la visión global de lo que están haciendo y aprendiendo. En palabras de Perkins: “Puede que no lo hagas bien, pero al menos sabés qué estás haciendo y por qué” (p. 9).

En algunas asignaturas, como las artes y los deportes, esto parece ser más sencillo, más intuitivo. No hay tanta epidemia de “elementitis” ni “sobre-itis”. En general, uno empieza dibujando, actuando, tocando un instrumento o jugando un deporte desde el vamos, aunque sea de manera muy rudimentaria. ¿Pero qué forma toma este “juego completo” en las ciencias naturales y la tecnología?

Como en todas las otras áreas, en ciencias y tecnología, creo que enseñar a jugar el juego completo se basa en ofrecer, a los chicos, oportunidades de participación en las prácticas auténticas de cada disciplina. Por ejemplo, en ciencias naturales, se tratará de que los niños puedan participar en investigaciones y exploraciones sobre fenómenos del mundo natural que puedan resultarles intrigantes, tanto sobre preguntas propuestas por el docente como respecto de las propias. En tecnología, se tratará de que los alumnos se enfrenten a un problema a resolver para el cual deban diseñar o mejorar algún artefacto tecnológico, recorriendo en forma colaborativa el proceso de planificación y revisión asociado a toda creación tecnológica.



La participación en prácticas auténticas de cada disciplina se enmarca en la línea teórica conocida como constructivismo sociocultural. Esta perspectiva, que parte del trabajo fundacional de Lev Vygotsky y de muchos otros investigadores, como Jerome Bruner, David Ausubel, Ann Brown y Jean Lave y Etienne Wenger, enfatiza la importancia crucial del contexto y la interacción con el otro, en particular por medio del lenguaje, en todo proceso de aprendizaje. Así, subraya la necesidad de que los aprendices participen de comunidades de aprendizaje en las que se trabaje sobre problemas auténticos, que tengan sentido para ellos, de la mano de un "otro" más experimentado (el docente) que planifique y organice ese espacio de trabajo, marque el rumbo, guíe para sortear las etapas difíciles y ayude a sistematizar lo aprendido.

Por supuesto, en un comienzo esas investigaciones, exploraciones y problemas a resolver serán simples, acotados y se resolverán con una guía muy cercana por parte del docente. Luego, poco a poco, se irán complejizando y requerirán mayores niveles de autonomía por parte de los alumnos. Pero lo importante, lo irrenunciable diría yo, será que el sentido del "juego completo", nunca se pierda.

Comenzar de ese modo ayuda a que, a medida que vamos creciendo, podamos ir incorporando esta manera de pensar y actuar sobre el mundo (esta lente a la que nos referíamos en el primer capítulo de este libro) a la vida real, fuera de la escuela, como parte de nuestra "caja de herramientas", ese repertorio de saberes que llevamos con nosotros a donde vayamos.

En el nivel inicial y el primer ciclo del nivel primario felizmente las *elementitis* y *sobre-itis* que

criticaba Perkins no están tan instaladas. En muchos países, en estas edades las ciencias naturales se enseñan de la mano de otras áreas, como las ciencias sociales o la tecnología, buscando que los niños construyan una mirada integrada y curiosa sobre el contexto que los rodea (en distintos países estas áreas integradas suelen recibir nombres como "conocimiento del mundo" o "estudios ambientales"). En particular, en el nivel inicial, muchos docentes trabajan organizando la enseñanza por proyectos, que por lo general proponen un abordaje vivencial y en profundidad de los temas en estudio.

Aquí nuevamente contamos con un punto de partida privilegiado para la formación del pensamiento científico y tecnológico, en tanto la participación de los niños en prácticas auténticas va de la mano con la tradición educativa del nivel inicial y, aunque un poco menos marcada, del primer ciclo de la escuela primaria. Como enfatizan García y Domínguez (2012), el mundo en el que viven los niños "no está sectorizado", y (¡como buenos seres humanos!) los chicos conciben el mundo de manera integrada, como lo hacemos nosotros. Felizmente, creo yo, esto se refleja en el abordaje más interdisciplinar que suele tener la educación en los primeros años.

Así, muchos documentos curriculares proponen que los docentes seleccionen temas de trabajo que ofrezcan a los niños ambientes que promuevan la exploración en contexto. En los *Cuadernos para el Aula* (2016) elaborados por el Ministerio de Educación en la Argentina como apoyo a los docentes del nivel inicial, por ejemplo, se subraya la importancia de que los docentes diseñen situaciones de enseñanza "contextualizadas, imaginando su inicio

---

partiendo de aspectos que puedan resultar más cercanos o atractivos para los alumnos, planteándolos como problemas, desafíos o preguntas que interpelen a los chicos sobre el funcionamiento del mundo, poniéndolos en situación de buscar respuestas y elaborar explicaciones” (p. 23).

Sin embargo, el desafío en estas exploraciones conjuntas de más de un área (por lo general, las ciencias sociales y las naturales) y en el trabajo por proyectos suele ser no perder de vista los modos de conocer y las ideas propias de las ciencias naturales, y lograr trabajarlos en profundidad. Particularmente, las investigaciones muestran que la falta de familiaridad y confianza de los docentes con los contenidos propios de las ciencias naturales, muchas veces hacen que estos temas queden “desdibujados” en el marco de proyectos más amplios, que se dejen para después o incluso que directamente no se trabajen en esta etapa de la trayectoria escolar de los niños (Erden y Sönmez, 2011; Sackes, 2014).

Por eso, sabemos que el camino para instalar en los jardines y las escuelas una enseñanza contextualizada, con sentido, pero que al mismo tiempo permita que los niños avancen en sus ideas intuitivas y desarrollen las capacidades asociadas al pensamiento científico y tecnológico, requiere acompañar a los docentes en su propio acercamiento a las ciencias naturales y la tecnología y sus didácticas. En esta línea, Appleton (2003) destaca la necesidad de aportar modelos de buenas prácticas y ejemplos concretos de cómo luce la enseñanza de las ciencias naturales para niños pequeños, para que estas comiencen a formar parte integral de las experiencias educativas que los chicos reciben en la escuela.

## **Un modelo para la acción**

Hasta aquí, espero haberlos convencido de la importancia de animarse a jugar con los niños el “juego completo” de las ciencias y la tecnología (en versiones simplificadas) desde que son pequeños, por medio del trabajo con prácticas auténticas de investigación y exploración de fenómenos, y del diseño y la resolución de problemas tecnológicos. Si coincidimos en esa mirada general, el paso siguiente será describir en mayor profundidad las distintas dimensiones que conlleva esa mirada, desmenuzando juntos el cómo de la enseñanza.

Partimos de una mirada optimista del asunto: la primera (¡y excelente!) buena noticia es que, a grandes rasgos, sabemos cómo hacerlo. En otras palabras, desde la comunidad educativa y académica contamos con múltiples evidencias de qué tipo de prácticas dan buenos resultados para lograr el objetivo de formar el pensamiento científico y tecnológico en los niños. No tenemos que reinventar la rueda. Y eso no es poco.

La segunda buena noticia es que este consenso sobre qué hacer y cómo llevarlo a cabo está plasmado en los lineamientos curriculares de la mayoría de los países del mundo. Expresado de otro modo, los programas de estudio del nivel inicial y los primeros años del nivel primario suelen coincidir en qué se espera que aprendan los niños en el área de las ciencias y la tecnología, y sugieren caminos bastante similares para conseguirlo.

Sabemos que la buena enseñanza parte de la conformación de un espacio seguro (intelectual, físico y emocional) y enriquecedor, en el que los niños puedan aprender. Considerando específicamente los aprendizajes en ciencias naturales y tecnología,



tanto los especialistas como los currículos coinciden en la importancia de una enseñanza que sitúe a los alumnos en un rol intelectualmente activo, como protagonistas y no meros espectadores, que les permita comprender y apropiarse del ambiente mediante la participación en exploraciones y actividades de resolución de problemas y desafíos de la mano de un docente que propone, entusiasma, guía, marca el rumbo, escucha, repregunta y ayuda a organizar y pasar en limpio lo aprendido.

Veamos cómo formulan este consenso los currículos de algunos países. Por ejemplo, el Marco de la Educación en los Primeros Años del Reino Unido (2014) propone como objetivo educativo: “Guiar a los niños para entender y construir sentido sobre el mundo físico y sus comunidades a partir de oportunidades de exploración, observación e investigación sobre la gente, los lugares, la tecnología y el ambiente. [...] Proveer oportunidades y aliento para que los niños compartan sus ideas, pensamientos y sentimientos a través de una variedad de actividades que incluyan [...] el diseño y la tecnología” (p. 8).

Para ello, enfatiza tres dimensiones de la enseñanza en la infancia:

- Juego y exploración: los alumnos investigan y experimentan sobre situaciones y objetos, y tienen un rol activo y un interés personal en lo que hacen.
- Aprendizaje activo: los niños se concentran y siguen intentando si encuentran dificultades, y disfrutan de sus logros.
- Creación y pensamiento crítico: los niños expresan y desarrollan sus propias ideas, hacen

conexiones entre ideas y desarrollan estrategias para hacer cosas.

Por su parte, los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios para el primer ciclo de la educación primaria en la Argentina (2004) sostienen que la escuela debería ofrecer a los niños situaciones de aprendizaje que fomenten “la actitud de curiosidad y el hábito de hacerse preguntas y anticipar respuestas”, y para ello proponen “la realización de observaciones, el registro en diferentes formatos (gráficos, escritos, audio) y la comunicación”, “la realización de exploraciones sistemáticas guiadas por el maestro [...] donde mencionen detalles observados, formulen comparaciones entre dos o más objetos, den sus propias explicaciones sobre un fenómeno [...] para comparar sus resultados e incluso confrontarlos con los de otros compañeros” con el objetivo final de “la utilización de estos saberes y habilidades en la resolución de problemas cotidianos significativos para contribuir al logro de una progresiva autonomía en el plano personal y social” (p. 31).

Como tercer ejemplo, de los muchos existentes, el currículo de Ciencias de Singapur afirma que la escuela debe “nutrir a los alumnos como indagadores”. Para ello, proponen capitalizar y potenciar el espíritu curioso de los niños, y sostienen que “el objetivo final es formar alumnos que disfruten y valoren la ciencia como una herramienta importante para ayudarlos a explorar el mundo natural y físico”. En pos de esa meta, afirman que el docente debe ser el líder del proceso de indagación en el aula: “Los docentes imparten el entusiasmo y el valor de la ciencia a sus estudiantes. Son facilitadores y deben ser modelos del proceso de indagación en sus aulas. El maestro crea un entorno de aprendizaje que va a entusiasmar y a desafiar a los alumnos

---

para desarrollar su propio sentido de qué implica investigar en ciencias” (p. 2).

Por último, y poniendo ahora el foco en el desarrollo del pensamiento tecnológico, el currículum de Chile para la asignatura de tecnología (2012) describe esta disciplina como “el resultado del conocimiento, la imaginación, la rigurosidad y la creatividad de las personas, que permite resolver problemas y satisfacer necesidades humanas mediante la producción, la distribución y el uso de bienes y servicios. Cada objeto o producto que nos rodea representa una solución efectiva, resultante de un proceso de diseño y prueba empírica, y responde a la cultura y las necesidades de nuestra sociedad” (p. 32). En este marco, uno de los ejes de la asignatura es “Diseñar, hacer y probar”. Para ello, se propone que los alumnos de los primeros años de escolaridad trabajen en “la resolución de problemas, el pensamiento creativo, la observación y el análisis” aplicándolos a “necesidades, deseos y oportunidades concretas y cercanas, en particular en el contexto cotidiano del alumno y su comunidad”. Así, sostienen, “abordar los problemas tecnológicos cotidianos, y que estos sean significativos para los alumnos, es el impulso inicial para el emprendimiento, la innovación y la creatividad”.

Como muestran los ejemplos anteriores, felizmente existe una mirada compartida por los distintos países (y avalada por la investigación educativa) acerca de las características de la “buena enseñanza” de las disciplinas científicas y tecnológicas (lo que, al comienzo de este libro, enmarcamos en la formación en STEM o STEAM de los niños). Como ya mencioné (¡pero vale la pena insistir en esto!), creo que este consenso, que además está plasmado

en los documentos curriculares oficiales de los distintos países, nos ofrece un maravilloso punto de partida para que esta visión se convierta en realidad en todas y cada una de las aulas del nivel inicial y los primeros años de la escuela primaria.

Les propongo, entonces, un modelo de “buenas prácticas” para representar esta mirada común en un esquema que nos sirva para la acción, es decir, para organizar la enseñanza y el desarrollo de recursos (propuestas didácticas, materiales de apoyo, etc.) que la acompañen. El modelo tiene tres componentes:

- la contextualización del aprendizaje;
- la participación en prácticas auténticas (de indagación y diseño), y
- la necesidad de ofrecer espacios de intercambio y reflexión para hacer al pensamiento visible.

En lo que sigue del capítulo, vamos a profundizar en cada uno de estos componentes del modelo y describir cómo se relacionan entre ellos. Para eso, los voy a invitar a sumarse a uno de mis pasatiempos favoritos como investigadora: asomarnos (en este caso, imaginariamente) al aula.

### **Espiando por la ventana**

¿Se animan a espiar por la ventana de dos aulas, para tratar de entender cómo se puede plasmar en la práctica el modelo que propusimos de buenas prácticas en la formación del pensamiento científico y tecnológico de los niños? Vengan conmigo, escuchen atentos, ¡y no hagan ruido!



La primera escena está adaptada de un trabajo que llevamos a cabo con Susan De Angelis en el marco de una investigación sobre la enseñanza de las Ciencias naturales en el nivel inicial.<sup>4</sup> Se trata de

una unidad para niños de 5 años llamada “El mundo de los hongos”, que se implementó en jardines de infantes de la provincia de Buenos Aires (Furman y De Angelis, 2015):

### La naranja olvidada

Claudia, la maestra, les contó a los chicos que se había dejado olvidada una naranja en la sala, debajo de un armario, y que la encontró por casualidad después de varios días. Se las mostró, y entre todos vieron que estaba llena de manchas verdes y blancas. “¿Qué serían esas manchas tan raras?”, preguntó la *señora*. “¿Las habían visto en alguna parte?” Algunos poquitos dijeron que sí, que habían visto comida que se “había puesto fea” en sus casas cuando la dejaban afuera de la heladera, y que tenía manchas parecidas a esas. Ninguno de los chicos sabía qué eran ni cómo habían llegado hasta ahí, aunque algunos propusieron que podía tratarse de manchas de pintura o de pegamento. Tampoco estaban del todo seguros de para qué servía la heladera. Es más: la gran mayoría pensaba que la heladera era un lugar para guardar cosas, como si fuera un armario. “Ponemos la comida en la heladera para que nadie la agarre”, dijo Martina, una de las alumnas.

Entonces, la maestra les propuso investigar sobre esas manchas tan misteriosas: ¿Y si dejaban otras naranjas por unos días, a ver si aparecían las mismas manchas? ¿Sería que las manchas tenían que ver con dejar las frutas afuera de la heladera? ¿Cómo podían averiguarlo? Decidieron entonces poner algunas naranjas afuera de la heladera, y otras adentro, para ver si pasaban cosas distintas y si la heladera tenía algo que ver.

Claudia siguió preguntando: ¿aparecerían las manchas en cualquier comida, o solo con las naranjas?

¿Qué podían hacer para averiguar eso? Eligieron entre todos armar platos para poner las naranjas junto con otros tipos de comida, como pedacitos de manzana, de queso y de pan. Julia, una de las niñas, propuso agregar algo que no fuera comida, para averiguar si ahí también iban a aparecer manchas. Eligieron una tapita de gaseosa de plástico.

La maestra les propuso a los chicos que se organizaran. Armaron platos todos iguales, que tuvieran las mismas cosas. A algunos iban a ponerlos en la heladera, y a otros afuera, para ver si las manchas aparecían también cuando la comida quedaba adentro de la heladera.

¿Y cómo iban a hacer para acordarse de cómo iba cambiando lo que había en cada plato?, preguntó la *señora*. Los chicos propusieron que podían dibujar y sacar fotos. La maestra les repartió entonces unas hojas que tenía preparadas, con unos cuadros para que pudieran registrar qué les iba pasando a los platos de adentro y afuera de la heladera a medida que pasaban los días. Aprovecharon entonces para dibujar cómo eran los platos y su contenido antes de arrancar la investigación. También sacaron fotos usando dispositivos como cámaras y *tablets*, que complementaron sus registros en papel.

Los chicos trabajaron durante tres semanas en el proyecto, con entusiasmo. Cada tres o cuatro días, iban a mirar qué había pasado con los platos de adentro y afuera de la heladera, y dibujaban los cambios que iban notando. Al principio no pasaba mucho, pero al cabo de unos días en la comida que estaba fuera de la heladera aparecieron las primeras manchas blancas,

4 El proyecto formó parte de una investigación realizada para INTEL sobre el uso de *tablets* en el nivel inicial, con foco en el aprendizaje de las Ciencias naturales.

negras y verdes. Los chicos notaron que no apareció ninguna mancha en la tapita de gaseosa. Y vieron que la comida se iba ablandando a medida que aparecían las manchas. En la comida que estaba adentro de la heladera, sin embargo, no se observaban cambios.

Los chicos también notaron que las manchas se iban agrandando, que crecían. Entonces la maestra les propuso un desafío: ¿cómo podíamos darnos cuenta de cuánto crecían las manchas? Entre todos, fueron encontrando distintas maneras: medirlas con un hilo y marcar en ese hilo hasta dónde llegaban las manchas cada vez, usar una regla, medirlas con la mano. A lo largo de las semanas, los chicos con ayuda de la *seño* fueron midiendo el crecimiento de las manchas, y registrando con dibujos y en algunos casos con palabras todos los cambios que notaban en el contenido de los platos. La maestra iba organizando la discusión, orientando la mirada de los chicos para que pudieran identificar qué cambios iban apareciendo en sus muestras, y no perder de vista el objetivo de comparar las que habían quedado adentro y afuera de la heladera.

Además de sus observaciones en el jardín, la maestra les propuso a los chicos que observaran en sus casas si aparecían frutas u otros alimentos con manchas como las que habían visto en la naranja. También, les propuso que entrevistaran a sus familias y luego compartieran con todos los chicos lo que habían averiguado. Para eso, pensaron entre todos algunas preguntas para hacerles a los padres: ¿Alguna vez habían visto manchas en la comida? ¿Cómo eran? ¿Dónde las observaron? ¿Qué hicieron y por qué?

Después de las tres semanas, no quedaban dudas de que las manchas (¡y ya eran muchas!) habían aparecido solamente en la comida que estaba afuera de la heladera. Entonces, Claudia ayudó a los chicos a retomar sus registros y pasar en limpio lo que habían aprendido de la experiencia: esas manchas aparecían solamente en la comida que estaba afuera de la heladera, pero no en la tapita de plástico, eran de varios colores (negro, blanco, verde), crecían y aparentemente ablandaban la comida.

La maestra llevó a los chicos un paso más allá, y les contó que esas manchas que habían observado eran seres vivos (como los animales o las plantas) y que se llamaban hongos. Como todos los seres vivos, explicó, los hongos crecían y vivían mejor en ciertos ambientes. “¿En qué lugar les parece que viven mejor los hongos, de lo que observamos en nuestra investigación: en lugares fríos o no tan fríos?”, preguntó la *seño*. Los chicos coincidieron en que los lugares fríos no eran buenos para los hongos, porque no habían aparecido manchas en la comida que quedó dentro de la heladera. Discutieron entonces para qué poníamos los alimentos adentro de la heladera. Ahora los chicos coincidieron en que lo hacíamos “para que los hongos no vinieran, porque no les gustaba vivir ahí”. La maestra también les contó que esos hongos, como todos los seres vivos, necesitaban alimentarse. Y que se alimentaban de la comida, y que por eso la iban ablandando y esa comida se iba “achicando”.

La maestra aprovechó entonces para mostrarles unas fotos y un video de los hongos creciendo sobre la fruta, y les contó que esos hongos, llamados “mohos”, crecían en muchos lugares, y que tenían distintos colores.

Como cierre del proyecto, la maestra les propuso a los chicos armar una presentación para los chicos de sala de 4, contando lo que habían hecho y aprendido en su experiencia sobre los hongos. Entre todos, se pusieron de acuerdo en qué contarles a los nenes más chiquitos y discutieron qué fotos y dibujos mostrarles. Decidieron armar una película, aprovechando las imágenes que habían recolectado. Con ayuda de la maestra, elaboraron un guion y se filmaron contando lo que habían aprendido. Finalmente, llegó el día de la presentación. Los chicos fueron orgullosísimos a presentar lo que habían investigado. La experiencia fue muy emocionante, tanto para los “grandes” de sala de 5 que presentaban como para los “chiquitos” de 4, que les escucharon absortos.



¿Quieren más? ¡Los invito entonces a espiar de nuevo! La segunda escena está recreada a partir de una propuesta de clase implementada con chicos del 1.º ciclo de una escuela primaria

de la Provincia de Buenos Aires descripta en los *Cuadernos para el Aula*, elaborados por el Ministerio de Educación de la Argentina (2007):

### **El desafío de lograr sacar el candado del frasco**

Fernando, el docente de Tecnología, reunió a los chicos de primer grado y les propuso un desafío: "Tengo este pequeño candado dentro de este frasco" (sacó el frasco de cuello alto, y mostró que el candado está adentro). "Ustedes, en grupos, van a tener que pensar y construir una herramienta que permita sacar el candado de adentro. ¡Pero atención, que hay algunas cosas que no valen! 1) No vale mover el frasco ni meter la mano adentro de él; 2) No vale dar vuelta el frasco, y 3) Para sacar el candado, hay que subirlo desde el fondo y recién ahí sacarlo. ¿Se animan a resolverlo?".

Antes de organizar a los chicos en grupos, el maestro dio la consigna de trabajo: "Lo primero que tienen que hacer es pensar qué herramienta van a construir. No tienen que construirla ahora, simplemente conversen cómo sería, y dibújenla así después usan el dibujo para explicarnos lo que pensaron".

El clima del aula comenzó a ser efervescente. Se escuchaba a los chicos discutiendo animadamente. Lo primero que se le ocurrió a la mayoría fue construir algo que funcionara como extensión de sus brazos (un palito, un alambre largo). En la puesta en común, Fernando les hizo notar que, si bien ese instrumento les permitiría llegar al fondo del frasco, no les serviría para agarrar el candado sin que se cayera. Algunos grupos sugirieron que una alternativa posible era agregarle al palito algo que sirviera de gancho.

El maestro pasó en limpio las conclusiones hasta el momento: para que cumpliera el objetivo, la herramienta que diseñen debía tener al menos dos partes: una que permitiera llegar al fondo del frasco (un "extensor"), y otra que sirviera para agarrar el candado

(un "atrapador"). Cada parte debía tener sus características propias, de acuerdo con la función que tenía que cumplir. Según cómo fuera el extensor, amplió el docente, era posible que hubiera que pensar también en una tercera parte de la herramienta: un mango, o algo que permitiera sostenerla.

Para promover la aparición de ideas entre los alumnos para diseñar el "atrapador", el docente trajo imágenes en las que se mostraban elementos como palas, ganchos, imanes o pinzas. Los chicos conversaron acerca de cómo funcionaba cada uno de esos elementos, y discutieron cuál o cuáles de ellos podrían ser útiles para la herramienta que estaban diseñando.

Ahora, Fernando repartió un conjunto de materiales a los grupos: cartón, hilo, sorbetes, pegamento, ganchos mariposa, imanes, banditas elásticas y cucharas descartables. Con ellos (u otros materiales que tuvieran a mano) cada grupo debía diseñar su propia herramienta para resolver el desafío, planificando cómo construiría cada una de las partes para que cumpliera su función específica. Antes de comenzar con la construcción, los chicos tuvieron que dibujar individualmente en sus cuadernos la herramienta completa, tal como la imaginaban. Luego, el docente ayudó a los grupos a organizarse, asignando diferentes roles y tareas a cada uno de los integrantes.

Una vez que los grupos terminaron sus diseños y construcciones, el docente organizó el momento de probar las herramientas. Entre todos, conversaron sobre cómo se darían cuenta de si la herramienta funcionaba. Rita, una de las alumnas, propuso como criterio que había que fijarse si la herramienta lograba sacar el candado del frasco sin que se cayera. Jorge, otro de los chicos, agregó un criterio más: la mejor herramienta sería la que sacara el candado del frasco más rápido.

Los chicos planificaron cómo iban a medir el tiempo en el que la herramienta sacaba el candado del frasco, y se decidieron por usar un cronómetro. Uno de los alumnos fue el encargado de medir el tiempo, otro de anotarlo, y cada grupo pasó a hacer la prueba con su herramienta.

Algunas de las herramientas pasaron la prueba y sacaron el gancho, aunque con dificultad. Otras no cumplieron la misión y el gancho se cayó. Fernando, el maestro, les propuso analizar qué aspectos de las herramientas no funcionaron bien y se podrían mejorar. Los chicos fueron proponiendo sugerencias para mejorar las herramientas de los otros grupos. Cada grupo tuvo, entonces, una nueva instancia para revisar y rediseñar sus herramientas a partir de lo que observaron y de las sugerencias que recibieron. En ese proceso, el docente les pidió que volvieran a representar la herramienta, ahora en la versión mejorada, en sus carpetas, modificando sus dibujos anteriores o haciendo otros nuevos.

Al final de todo, los chicos probaron sus herramientas mejoradas. Ahora, la mayoría pudo resolver sin problemas el desafío. A algunos pocos grupos todavía su herramienta no les funcionó del todo bien, y se llevaron la tarea de mejorarla para la clase siguiente. Como cierre, el docente les propuso reflexionar acerca del proceso que habían llevado a cabo para resolver el desafío, tanto dentro de cada grupo como en la comunidad de la clase completa. Para ello, propuso una serie de preguntas: ¿qué decisiones tuvieron que tomar para diseñar la herramienta? ¿Qué aspectos del diseño fueron más difíciles, y por qué? ¿Cuáles les resultaron más sencillos? ¿Hubo momentos en los que no estaban de acuerdo dentro del grupo? ¿Cómo resolvieron esas diferencias? ¿Qué cambiarían si tuvieran que hacerlo otra vez, y por qué?

Volvamos, entonces, al objetivo de este capítulo, en el que nos preguntábamos por el cómo de la enseñanza. A partir de las dos escenas de clase anteriores, les propongo desmenuzar el modelo para la formación del pensamiento científico y tecnológico en los niños que presenté antes, profundizando en cada una de sus dimensiones.

### **Dimensión 1: aprendizaje contextualizado**

Retomando la idea del “juego completo”, en el que la visión global de lo que estamos haciendo y el sentido del aprendizaje están siempre presentes, el primer componente del modelo enfatiza la importancia de ofrecerles, a los niños, situaciones de aprendizaje contextualizadas. En otras palabras, requiere planificar la enseñanza anclada en contextos (casos, problemas, situaciones, etc.) que hagan visible el sentido de ese aprendizaje en la vida real

(retomando lo expresado por Perkins, se trata de propuestas que eviten la “elementitis” de estudiar conceptos aislados, sin conexión con un todo que les dé sentido).

Como proponen las especialistas en educación de las ciencias en el nivel inicial Verónica Kaufmann y Adriana Serulnicov (2000), se trata de transformar el ambiente en objeto de indagación, es decir, constituirlo en un espacio de promoción de nuevos aprendizajes, buscando vínculos con lo cotidiano y lo conocido como punto de partida pero ayudando a los chicos a ir más allá, extendiendo lo que conocen. Así, vale la pena que la selección de contenidos se oriente de modo de ofrecer a los niños la posibilidad de descubrir aspectos de un contexto que no conocían o que conocían parcialmente, mirándolo con nuevos ojos. Como ejemplo, las autoras describen trabajar el



contexto conocido de la plaza pero mirándolo con nuevos ojos:

“Una propuesta que apunte a ‘descubrir’ que en la plaza viven diversos animales, que algunos viven en lugares en los cuales hay sol y otros solo lo hacen en zonas más oscuras y húmedas, que en diferentes momentos del año habitan diferentes animales en las plazas, que algunos de ellos se alimentan de ciertas plantas de la plaza, etc., es una invitación a una mirada distinta de este espacio que suele resultar familiar a los alumnos” (p. 23).

Aquí vale la pena hacer una salvedad. La perspectiva de centrar la enseñanza en los estudiantes y darles un rol protagónico muchas veces parece implicar que la selección de contenidos y contextos debería responder a “los intereses de los niños”. En mi trabajo en las escuelas y los jardines de infantes, muchas veces suelo escuchar esta postura, que supone que la enseñanza debería planificarse a partir de lo que los niños ya están interesados en aprender. Personalmente, creo que debemos tener cuidado con esta mirada, que sobreestima la importancia de los intereses previos de los niños como motor para la planificación de la enseñanza.

Por supuesto que la motivación de los alumnos es un factor fundamental en todo proceso de aprendizaje. De eso no hay dudas. El desafío que tenemos como docentes es, sin embargo, generar esa motivación y movilizar el interés de los chicos hacia temas, casos y problemas que les permitan ampliar su mundo de conocimiento, para ayudarlos a mirar lo singular e interesante de cada contexto. En palabras de Kaufmann y Serulnicov: “Enseñar, en alguna medida, es el arte de provocar interés en aquello que pretendemos enseñar”.

Veamos cómo se plasma esta idea de ofrecerles a los niños situaciones de aprendizaje contextualizadas en las dos escenas de aula que espiamos por la ventana.

En el primer ejemplo, la docente plantea un interrogante a partir de una situación de la vida real (en este caso, ficcionada pero verosímil, cuando les cuenta a los chicos que se dejó olvidada la naranja por muchos días). Ese problema (el de comprender qué son esas manchas y si tienen algo que ver con haber dejado la naranja fuera de la heladera) es el punto de partida para una exploración sistemática sobre los hongos como seres vivos. La docente contextualiza el problema en la vida cotidiana de los niños, conversa con ellos acerca de si alguna vez observaron en sus casas manchas parecidas y sobre la función de la heladera, y les propone que consulten con sus familias. De esta manera los estimula a prestar atención a un fenómeno que, aunque suele ser cotidiano en las casas, la mayoría de los chicos no había observado antes. Así, la docente pone especial énfasis en que las observaciones de los niños a lo largo de las semanas que duró el proyecto estuvieran siempre ancladas en ese problema inicial, al servicio de entender qué pasó con la naranja “olvidada” y de darle un nuevo sentido a una práctica cotidiana como la de poner la comida en la heladera.

En el segundo ejemplo, el docente trae una situación problemática al aula (el frasco con el candado adentro que hay que sacar) y la plantea como un desafío. En este caso, el problema en sí actúa como situación contextualizada, en tanto el sentido del aprendizaje se hace visible cuando los niños se enfrentan a una situación concreta, cuya resolución exige un trabajo colaborativo y

---

una puesta a prueba real en la que analizan si sus diseños funcionaron. Como describe la investigadora Wynne Harlen (2008), una característica relevante del pensamiento infantil en esta etapa es la necesidad de llevar a cabo acciones concretas para ver su resultado, en lugar de solo pensarlas. En este caso, el docente elige presentar un problema “de carne y hueso” (¡o de vidrio y metal!), en lugar de relatarlo, y de ese modo ayuda a que el sentido de resolver la tarea resulte aún más visible para los chicos, porque hay un objetivo claro y real que lograr.

## **Dimensión 2: prácticas auténticas: indagación y diseño**

Siempre en el marco de situaciones contextualizadas, el componente que sigue del modelo se relaciona con ofrecer a los niños la oportunidad de participar en las prácticas auténticas de cada disciplina (naturalmente, como ya enfatizamos, en sus versiones escolares, simplificadas). En Ciencias naturales hablaremos de prácticas de indagación. En Tecnología, de prácticas de diseño, por lo general conocidas por su nombre en inglés como *design-thinking*.

### ***Prácticas de indagación***

Empecemos por la indagación. El enfoque de enseñanza por indagación, para el que existe un extenso consenso en la bibliografía académica y en los currículos de todo el mundo, implica la realización de actividades que posicionen a los niños en el rol de activos investigadores de la naturaleza, acompañándolos en la observación de los fenómenos que los rodean, en la formulación de preguntas y la planificación de modos de responderlas. La indagación

conlleva también que los niños aprendan a interpretar de sus observaciones, las confronten con las de sus compañeros las complementen con información de otras fuentes y las pongan en discusión con sus ideas iniciales para revisarlas y ampliarlas (Furman y Podestá, 2009; Harlen, 2000).

Este enfoque nace y luego evoluciona de las ideas del pedagogo John Dewey y muchos otros educadores del llamado Movimiento Progresista, que hace ya cien años consideraban que en la enseñanza de las ciencias había demasiado énfasis en los hechos de la ciencia, y proponían poner el acento en el desarrollo del pensamiento crítico y la curiosidad (Dewey, 1916).

Especialmente considerando el trabajo con niños pequeños, el enfoque por indagación toma como punto de partida lo que Jean Piaget (1967) definió como “conocimiento físico”, es decir, el conocimiento de los objetos en el mundo observable. Implica, por ejemplo, saber que las bolitas ruedan, pero los dados no. O que el papel se rompe con facilidad pero la tela no lo hace. Este conocimiento físico se adquiere por medio de las acciones sobre los objetos y la observación, y constituye un punto inicial para el desarrollo de las ideas sobre el funcionamiento del mundo natural.

Estas acciones prácticas sobre los fenómenos y objetos “de carne y hueso”, de valor fundamental en todos los niveles pero aún más en el nivel inicial y los primeros años de la escuela primaria, forman parte de lo que con los colegas Gabriel Gellon, Elsa Feher y Diego Golombek (2006) hemos llamado “el aspecto empírico de la ciencia”, en busca de enfatizar en la enseñanza de las ciencias la conexión indisoluble entre las ideas científicas (es decir, las



explicaciones que construimos) y lo que experimentamos con nuestros sentidos.

Desde esta perspectiva, Constance Kamii (2014), discípula de Piaget que ha analizado en profundidad el aprendizaje de las ciencias y la matemática en niños pequeños, y cuyo trabajo es una referencia obligada en estos temas, enfatiza el valor de que el docente presente contextos ricos de exploración en los que los chicos tengan que actuar sobre el entorno para observar los efectos de sus acciones y, de ese modo, formularse preguntas, proponer explicaciones, recoger observaciones y construir explicaciones de lo que sucede.

Ampliando este marco, Montse Benlloch, en su libro *Ciencias en el parvulario* (1992), reflexiona sobre la importancia del lenguaje y las interacciones con otros (la docente, los compañeros) como eje central en los procesos de aprendizaje de los niños. Así, propone que las intervenciones de los docentes fomenten que los niños expresen de manera verbal, o a través de sus acciones, lo que conocen y piensan sobre un fenómeno o una situación determinados, de modo de conocer el punto desde el cual parten en la construcción de sus ideas. Desde la ya mencionada perspectiva del constructivismo sociocultural, Benlloch enfatiza el papel de los intercambios entre los niños mediados por los docentes acerca de sus ideas, observaciones y explicaciones en el camino a la construcción de nuevo conocimiento.

En pos de plasmar este enfoque en objetivos de aprendizaje concretos, los documentos curriculares de distintos países del mundo coinciden en identificar una serie de prácticas básicas de indagación para los niños pequeños (NAEYC, 2001):

- Proponer preguntas sobre objetos y situaciones que los rodean.
- Explorar materiales, objetos y situaciones, actuar sobre ellos y observar qué sucede.
- Hacer observaciones cuidadosas de objetos, organismos y situaciones usando todos sus sentidos.
- Describir, comparar, clasificar y ordenar en función de características y propiedades observables.
- Usar una variedad de herramientas simples para extender sus observaciones (lupas, instrumentos de medición sencillos).
- Participar en investigaciones sencillas, que incluyan la posibilidad de formular predicciones, recolectar e interpretar datos, reconocer patrones simples y elaborar conclusiones.
- Registrar sus observaciones, explicaciones e ideas por medio de múltiples formas de representación.
- Trabajar de manera colaborativa con otros, discutir y compartir ideas, y escuchar nuevas perspectivas.

### ***El rol del docente en la indagación***

Especialmente en la infancia (aunque podríamos argumentar que esto es cierto para todas las edades), el enfoque por indagación toma la forma de lo que en la jerga didáctica se suele llamar “indagación guiada”. De hecho, en el ámbito educativo

---

hace rato está de moda decir que el docente debe ser un facilitador del aprendizaje de los alumnos, un guía. ¿Pero qué implica esta guía, en concreto, en el marco de una actividad de indagación?

En la indagación guiada, el docente acompaña de cerca cada una de las etapas de las exploraciones que los niños realizan. En su libro *Hacia el jardín de infantes que queremos*, la especialista en educación infantil Diana Jarvis (2014) propone la idea de “apoyo instructivo”, refiriéndose tanto al acompañamiento verbal como al práctico que los maestros ofrecen a lo largo de actividades de indagación.

Las estrategias de este apoyo instructivo combinan aspectos emocionales y cognitivos, de modo de brindar a los niños un espacio afectivo y de confianza que, al mismo tiempo, les aporte herramientas para seguir avanzando en sus aprendizajes. Jarvis menciona algunas en particular importantes para la educación en las ciencias: enseñarles a los niños a mirar con atención, enfocar la atención durante la exploración en algunos aspectos particulares de los objetos o fenómenos, elogiar sus esfuerzos y animarlos a seguir probando porque confiamos en que pueden hacerlo, clarificar sus ideas y formas de expresarlas, reafirmar lo que dicen y ayudarlos a reflexionar sobre lo que hacen, preguntarles cómo saben lo que saben y qué tomaron en cuenta para decir lo que dicen, validar sus respuestas y ofrecer oportunidades de conectar aquello que saben con lo nuevo, relacionando lo que pensaban con lo que han observado, y ayudándolos a vincularlo con nueva información que aporte el docente u otras fuentes como los libros.

Ante esto, vale preguntarse: ¿cuán cercano debe ser este acompañamiento? ¿En qué medida

dejar que los niños exploren solos, pongan en juego sus propias estrategias e, incluso, se equivoquen o “pisen el palito” cuando sea necesario? La respuesta no es sencilla, y dependerá del momento y el estilo de cada niño. Pero si tuviéramos que arriesgar una respuesta, creo que sería “un poco y un poco”. Como propone Montse Benlloch (1992), en el curso de las actividades de exploración y resolución de problemas que los docentes proponen a los niños, es fundamental que puedan respetar las estrategias de resolución que los niños traen como propias, ofreciendo ciertos espacios de trabajo autónomo. Al mismo tiempo, será fundamental también acompañarlos para ampliar el repertorio de las estrategias que tienen disponibles, ayudarlos a clarificar sus puntos de vista, pedirles que fundamenten sus acciones y sus ideas, que contrasten sus observaciones y explicaciones con las propuestas por otros niños, y modelizar estrategias posibles para resolver las situaciones planteadas.

Como modo de hacer visibles y más claras estas ideas, analicemos cómo se plasma el enfoque de indagación guiada en el ejemplo que relatamos de “La naranja olvidada”.

Por empezar, la docente es quien propone el contexto de indagación, presentando el caso de la naranja olvidada que apareció unos días después con manchas verdes y blancas, y guiando la primera observación sobre el fenómeno: ¿las manchas son todas iguales?; ¿en qué se diferencian?

En esta primera etapa de la investigación, la docente genera espacios para que los niños hagan explícitas sus ideas iniciales y explicaciones sobre lo que observan. Los invita a intercambiar ideas, para que cuenten si observaron antes esas



manchas, si tienen idea de dónde vienen y por qué aparecieron.

Luego, formula las preguntas que dan inicio a la indagación: ¿de dónde habrán salido esas manchas? ¿Tendrán algo que ver con haber dejado la naranja fuera de la heladera? ¿Pasará lo mismo con otros alimentos? Al mismo tiempo, está atenta a recoger los interrogantes planteados por los propios niños y enmarcarlos en la investigación que van a realizar, como cuando una alumna propone: ¿pasará lo mismo si ponemos algo que no sea comida, como una tapita de plástico?

La docente organiza la realización de la experiencia, orientando a los alumnos para que piensen cómo averiguar si la heladera tiene algo que ver con la aparición de las manchas, y los guía en la decisión de comparar dos condiciones: platos puestos adentro y afuera de la heladera. En ese proceso, orienta la recolección de datos a partir de preguntas: ¿cómo vamos a darnos cuenta de si las manchas crecieron? ¿Cómo podríamos medir el tamaño de las manchas? En este caso, además, abre la discusión acerca de las ventajas y desventajas de los distintos modos de medición (incluido el uso de elementos no convencionales, como un piolín, y otros convencionales, como una regla), un aprendizaje que constituye una piedra fundamental en el desarrollo del pensamiento científico.

La docente organiza los espacios y tiempos para que los chicos puedan observar, armando pequeños grupos de trabajo y destinando momentos específicos para la observación y el registro, en este caso durante varias semanas. La docente propone distintos modos de registro para las observaciones realizadas y ayuda a darles sentido a

esas observaciones, volviendo siempre a recordar el propósito general de la investigación para no perder de vista el sentido general de la experiencia (en este caso, responder la pregunta de si la heladera tenía algo que ver con la aparición de las manchas).

Durante las semanas de observación les da cuadros impresos a los chicos en los que tienen que volcar, mediante dibujos y palabras, sus observaciones, y organiza situaciones en las que, entre todos, comparan las observaciones de los distintos grupos, siempre teniendo en mente el objetivo de la tarea (como indicábamos recién, ver si hay cambios a lo largo del tiempo en los platos dejados dentro y fuera de la heladera). También los ayuda en el proceso de toma de fotografías, tanto desde lo técnico como guiándolos a pensar acerca de qué vale la pena fotografiar y por qué en función de los objetivos de la investigación.

Así, la docente convierte la observación y la realización de experiencias en objetos de enseñanza, proponiendo que los niños observen en función de una o varias preguntas, que vuelvan a mirar lo mismo intentando observar elementos distintos a los que vieron en primera instancia, que miren con detenimiento y que contrasten sus observaciones con las de sus compañeros, que retomen sus ideas iniciales y las contrasten con lo observado (Kaufmann y Serulnicov, 2010).

Por último, la docente es quien ayuda a pasar en limpio y terminar de dar sentido a lo aprendido. Para ello, orienta a los niños para sistematizar la información que recogieron, promueve la reflexión sobre los interrogantes iniciales y la confrontación entre sus ideas iniciales y lo que observaron en su experiencia (por ejemplo,

---

volviendo a pensar sobre el sentido de guardar los alimentos en la heladera), y aporta información nueva (en este caso, imágenes y videos de los mohos creciendo sobre la fruta) para ampliar el conocimiento que los chicos están construyendo sobre el tema. Como ampliaremos cuando hablemos de hacer el pensamiento visible, esa instancia de la puesta en común es fundamental para que la indagación sobre sentido y las ideas de los niños se organicen y se consoliden.

### **Prácticas de diseño**

Vayamos ahora al terreno de la formación del pensamiento tecnológico mediante la participación en prácticas auténticas de la disciplina. En este caso, hablaremos de las prácticas de diseño, enmarcadas en lo que en inglés se suele llamar *design-thinking* o pensamiento de diseño.

Este enfoque de enseñanza se basa en la teoría constructivista del aprendizaje, que podríamos considerar una “prima hermana” de la teoría constructivista, en tanto comparte con esta la idea del aprendizaje como un proceso activo de construcción de significado por parte del individuo, en interacción con el medio y con otros. Pero agrega un elemento más, al proponer las actividades que involucran el diseño y la construcción de productos y artefactos como contextos ricos para la formación del pensamiento (Papert, 1980).

En esta línea, Mitchel Resnick, director del proyecto *Lifelong kindergarten* (jardín de infantes de por vida) del laboratorio de medios del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), enfatiza que el abordaje tradicional de la educación infantil (es decir, los jardines de infantes “a la vieja usanza”)

es sumamente potente para el desarrollo del pensamiento tecnológico. En su maravilloso artículo “Todo lo que verdaderamente necesito saber (sobre el pensamiento creativo) lo aprendí (observando cómo aprenden los niños) en el jardín de infantes”, Resnick (2007) plantea que en los jardines de infantes tradicionales los niños diseñan, crean, experimentan y exploran de manera constante:

“Dos niños pueden empezar a jugar con bloques de madera. Con el tiempo, construyen una colección de torres. Un compañerito de clase ve las torres y empieza a empujar su auto de juguete entre ellas. Pero las torres están demasiado juntas, entonces el niño empieza a moverlas hacia los lados para hacer lugar para los autos. En el proceso, una de las torres se cae. Después de una breve discusión sobre de quién fue la culpa, los chicos comienzan a conversar sobre cómo construir juntos una torre más alta y más fuerte. La maestra les muestra imágenes de rascacielos reales, y les hace notar que en esos edificios las bases son más anchas que la parte de arriba. Entonces deciden construir sus torres con una base más ancha que la que tenían inicialmente” (p. 1).

Resnick describe el proceso de diseño como un camino en espiral, con estos componentes clave: Imaginar, Crear, Jugar, Compartir y Reflexionar. Se trata de un proceso iterativo, en general no secuencial, en el que los niños imaginan lo que quieren hacer, crean un proyecto basado en sus ideas, juegan con sus creaciones, comparten sus ideas y creaciones con otros, y reflexionan sobre sus experiencias (todo lo cual los lleva a imaginarse nuevas ideas y proyectos). Así, aprenden a desarrollar sus ideas, probarlas, testear sus límites, experimentar con alternativas,



intercambiar ideas y perspectivas con otros, recibir sugerencias, y generar ideas nuevas basadas en la experiencia.

Retomando el primer capítulo de este libro, podríamos resumir todo este proceso en la potente idea de *tinkering*, que traducimos como “jugar, manipular, desarmar, hacer lío y tratar de arreglar”. Los educadores Libow Martínez y Stager (2013) en su ya mencionado libro *Inventar para aprender* definen al *tinkering* como una manera juguetona de abordar y resolver problemas a través de la experiencia directa, la experimentación y el descubrimiento. Y, como mencionamos, la capacidad de experimentar e inventar de manera juguetona es central al pensamiento tecnológico (y también, claro, al científico).

Pero, de nuevo, esto no sucede de un día para el otro. El especialista en educación tecnológica David Mioduser (2009) describe la formación del pensamiento tecnológico como un largo viaje, que empieza por ofrecer a los niños experiencias muy básicas con materiales y juegos de construcción, e intentos intuitivos de construir objetos y artefactos. A lo largo del camino, plantea, distintas actividades van apoyando la construcción de un conjunto de capacidades de pensamiento cada vez más sistemáticas: la reflexión sobre lo que se decide y se hace, la verbalización y la formalización de los procedimientos, la recolección de información relevante sobre materiales, procedimientos y soluciones que ya existen, el uso de representaciones y modos de registro para elaborar planes y modelos, y la reflexión sobre los productos generados y sus posibles mejoras de acuerdo con los usos propuestos.

Al igual que en las prácticas de indagación, la reflexión sobre los procesos y sobre lo aprendido (es

decir, el componente metacognitivo) desempeña un papel clave en las prácticas de diseño. En palabras de Mioduser: “El diseño se trata de hacer, claro, pero también de generar conocimiento acerca de cómo hacer, cómo resolver un problema, cómo mejorar maneras de resolverlo, cómo transformar esas herramientas puntuales para un caso en capacidades de resolución de problemas en general” (p. 3).

Veamos, entonces, cómo se plasman estas ideas en la escena de “El desafío de sacar el candado del frasco” que espiamos por la ventana hace unos momentos.

En primer lugar, el docente plantea un desafío, un problema que requiere que los chicos imaginen y elaboren, en grupos, una solución. Y, como en toda situación de diseño auténtica, establece restricciones, cosas que no se pueden hacer, como modo de forzarlos a desarrollar soluciones no obvias en las que tengan que poner en juego su creatividad. En este caso, los chicos no pueden meter la mano dentro del frasco, ni darlo vuelta, y tienen que subir el candado desde el fondo para recién ahí sacarlo.

Luego, organiza el trabajo de manera grupal, y les pide que imaginen cómo sería la herramienta que deberían construir para resolver el desafío. Ahí se inicia el proceso iterativo, comenzando por la primera ronda de diseño. El docente les propone que elaboren un esquema en papel, una herramienta que promueve que los chicos hagan visibles sus ideas y, en ese proceso, tengan que establecer acuerdos acerca de qué conviene hacer y por qué.

El docente generó un espacio para la discusión acerca de los diseños de cada grupo, donde se pusieron en común los primeros borradores y

---

se analizaron en función de si cumplían el objetivo buscado. Esa primera confrontación permitió que los chicos notaran que sus diseños tenían algunos problemas que había que corregir.

El maestro intervino para pasar en limpio las conclusiones hasta el momento: la herramienta debía tener al menos dos partes, con la función de extender el brazo y de atrapar el candado. Después, aportó nueva información: trajo imágenes de herramientas usadas habitualmente para ampliar lo que los chicos habían imaginado, ayudándolos a incorporar nuevos elementos en sus diseños. Luego, propuso otro momento de revisión de los diseños iniciales, a la luz de las nuevas ideas que se habían discutido, y aportó materiales para que los chicos pudieran construirlos.

Antes de poner a prueba las herramientas, el docente propuso un momento de reflexión para que los niños debatieran acerca de cómo iban a darse cuenta de si las herramientas cumplían su cometido. ¿Qué criterios de éxito podían establecer? ¿Podían pensar en más de uno? Aquí, vale la pena subrayar que el docente eligió abrir el juego para que los propios chicos pudieran pensar y proponer esos criterios, en lugar de dárselos “servidos en bandeja”. Ese espacio es fundamental en la construcción del pensamiento tecnológico, en tanto implica ayudar a los niños a visualizar el proceso completo, imaginando y apropiándose no solo de la construcción sino de los modos de validación de sus construcciones.

La puesta a prueba de las herramientas usando los criterios propuestos por los chicos (si la herramienta lograba sacar el candado, y cuánto tiempo tardaba en sacarlo) ofreció un espacio de

experimentación real, en el que los chicos pudieron observar el funcionamiento de las herramientas de cada grupo. En esta etapa, de nuevo, el docente propuso un espacio de reflexión sobre las decisiones tomadas, en tanto los niños debían analizar las ventajas y limitaciones de cada diseño y pensar en posibles mejoras, que luego llevarían a la práctica.

Como vimos, esta actividad es un buen ejemplo de un proceso colaborativo e iterativo que involucra la imaginación, la construcción, la puesta a prueba, la revisión, la vuelta a diseñar y la vuelta a probar. Al mismo tiempo, el proceso está acompañado de una serie de momentos de reflexión sobre lo hecho y sus efectos, en vistas a formar capacidades de pensamiento cada vez más potentes y generalizables para la resolución de otros problemas.

Finalmente, me gustaría hacer una aclaración sobre esta actividad: elegí adrede esta escena como ejemplo, que hace uso de elementos sencillos (un frasco, un candado, palitos, ganchos) y que no está apoyada por tecnologías como computadoras o dispositivos electrónicos, porque quiero subrayar que la formación del pensamiento tecnológico no requiere aparatos sofisticados. El corazón de las prácticas de diseño es el proceso de inventar y poner a prueba soluciones, que va más allá de las herramientas que se usen.

Expresado esto, también me gustaría enfatizar cómo las nuevas tecnologías (en especial las computadoras y otros dispositivos programables, felizmente cada vez más accesibles por su costo y más amigables para su uso) abren caminos novedosos e impensados para apoyar y dar vuelo a los procesos de diseño de los niños (Libow Martínez y Stager, 2013). Como describe Resnick (2007), los



dispositivos electrónicos y las tecnologías digitales, si se usan con el andamiaje adecuado, permiten entender el “abordaje de jardín de infantes” a toda la educación y facilitan que estudiantes de todas las edades puedan continuar aprendiendo a través de proyectos de diseño que desarrollen la creatividad y el pensamiento crítico, así como el disfrute del aprendizaje durante toda la vida.

En esta línea, los proyectos en los que los niños deben aprender a programar (cada vez con lenguajes más sencillos e intuitivos) en pos de lograr un objetivo o crear un producto, ayudan a que la tecnología pueda constituirse en un vehículo privilegiado para canalizar el aprendizaje y la expresividad. Mencionaremos ejemplos de estos proyectos en el capítulo 4.

### **Dimensión 3: hacer el pensamiento visible**

Por último, nuestro modelo de “buenas prácticas” incluye una tercera dimensión: la de hacer el pensamiento visible, que ya fuimos describiendo en la discusión de las dos dimensiones anteriores pero que, por su importancia, les propongo analizar de manera separada.

¿Cómo podemos hacer visible el pensamiento de los chicos? No es tan difícil como parece. ¡Y es muchísimo más importante de lo que aparenta! Estamos tratando, ni más ni menos, la importancia de generar espacios y dinámicas de clase que promuevan que las ideas y los razonamientos de los chicos vayan saliendo a la luz a través del lenguaje oral y escrito, y de otros formatos, y enriqueciéndose en ese proceso (Tishman y Palmer, 2005).

Hacer el pensamiento visible tiene dos objetivos. Por un lado, en la línea de la evaluación formativa,

nos permite, como docentes, ir “tomando la temperatura” del proceso de pensamiento de los chicos. Nos ayuda a saber qué entienden y qué no, cómo interpretan una determinada situación y cómo podemos intervenir, retroalimentándolos para ayudarlos a avanzar con sus ideas.

El segundo objetivo es aún más importante. Para los chicos, hacer su pensamiento visible (sacar a la luz lo que piensan y ponerlo en diálogo con otros) es parte fundamental de su propio proceso de aprendizaje.

Retomando la perspectiva del constructivismo sociocultural, sabemos que el lenguaje es el medio más importante para desarrollar el pensamiento, que permite construir sentido y capacidades para entender y actuar sobre el mundo (Vygotsky, 1934). Esta idea cobra un valor particular en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. Jay Lemke (1997), que ha estudiado extensamente estos temas, postula la importancia central de “hablar ciencia” (y, añadiríamos, “hablar tecnología”) como vehículo para el aprendizaje. Hablar ciencia, argumenta, está íntimamente ligado a la construcción del conjunto de “hábitos de la mente” que venimos describiendo como nuestra gran meta de aprendizaje: significa “observar, describir, comparar, clasificar, analizar, discutir, hipotetizar, teorizar, cuestionar, desafiar, argumentar, diseñar experimentos, seguir procedimientos, juzgar, evaluar, decidir, concluir, generalizar, informar, escribir, leer y enseñar a través del lenguaje de la ciencia” (p. 11).

En este contexto, los docentes (como los dos de los casos que espiamos por la ventana) cumplen un rol clave en la generación de situaciones de

---

enseñanza que favorezcan que los chicos hagan explícitas sus ideas y observaciones (oralmente o en otros tipos de registros), participen en situaciones de intercambio y debate, y retroalimenten las ideas de sus pares.

En particular, las situaciones de trabajo en pequeños grupos les ofrecen a los niños la oportunidad de acercarse a exploraciones científicas o resolver problemas tecnológicos en diálogo con sus compañeros. Distintas investigaciones muestran el valor del trabajo colaborativo para fomentar el aprendizaje de los niños, y revelan que hablar y discutir acerca de las ideas, confrontándolas con las de los compañeros y teniendo que fundamentarlas y defenderlas los ayuda a consolidar sus aprendizajes (Mercer y Littleton, 2007).

Como vimos en los ejemplos, resolver problemas en grupo (con el andamiaje aportado por el docente, que propone preguntas y estructura los espacios de intercambio) promueve que los niños tengan que establecer acuerdos sobre qué hacer y por qué, y argumenten acerca de las ventajas o desventajas de cierta idea o determinado procedimiento. Las actividades colaborativas permiten que los chicos accedan a un repertorio más amplio de estrategias para la resolución de problemas que las suyas propias. Este trabajo promueve, al mismo tiempo, la necesidad de reestructurar sus ideas, a la vista de otras más plausibles y consensuadas que aparecen en el grupo y, luego, en la comunidad de aprendizaje del aula.

En esta línea, sabemos que cuando el docente organiza espacios de aprendizaje colaborativo, genera un impacto importante en el pensamiento individual de los niños. Los hace más atentos a sus

propios pensamientos y a los de otros, y estimula la necesidad de clarificar o modificar sus propias ideas a partir de los comentarios y las reacciones de sus pares. Así, los niños no solo comparten sus ideas con otros, sino que también aprenden a monitorear y autorregular su propio proceso de pensamiento (Larkin, 2006).

Finalmente, como ya mencionamos, es importante que la reflexión sobre las observaciones realizadas y las conclusiones obtenidas no quede librada solo a las posibilidades personales de los chicos, sino que el docente esté atento a propiciar espacios para pasar en limpio la información recogida y a elaborar conclusiones que retomen y respondan los interrogantes o problemas iniciales.

Las actividades de reflexión y sistematización pueden tomar diferentes formas y modalidades. En algunos casos, la reflexión tendrá lugar durante la actividad misma, como cuando Claudia, la primera docente que espiamos por la ventana, generaba momentos a lo largo de las semanas de la experiencia para poner en común lo que los chicos habían observado y registrado de los platos con comida en distintas condiciones. En estas instancias de intercambio, será fundamental comenzar a promover que los chicos hagan conscientes no solo sus ideas sino de dónde surgen, con preguntas como: ¿en qué te fijaste para decir eso?; ¿cómo te diste cuenta? Esto mismo vemos en el ejemplo de Fernando, el segundo docente, que proponía “paradas” en la actividad de diseño de la herramienta para discutir y mejorar los diseños de cada grupo, ponerse de acuerdo en la estructura general que debía tener la herramienta diseñada y en los criterios para evaluar si esas herramientas lograban sus objetivos o no.



También será fundamental incluir momentos de reflexión y puesta en común *a posteriori* de las actividades de exploración o resolución de problemas, como cuando en la primera viñeta de la experiencia con los hongos los niños analizaron todas las observaciones que, entre todos los grupos, habían realizado durante las semanas que duró el experimento, interpretándolas a partir de sus preguntas iniciales, sacando conclusiones comunes y yendo más allá, con ayuda de la nueva información que trajo la docente, para dar un sentido más amplio a sus conclusiones. En la segunda escena, también vimos cómo el docente organizó un espacio final de puesta a prueba de la segunda versión de las herramientas construidas y una reflexión sobre las ventajas y desventajas de cada diseño, fomentando que los chicos reflexionaran acerca de los procesos que habían llevado a cabo dentro de sus grupos y en la comunidad más grande de la clase.

Por último, la necesidad de comunicar lo aprendido (como en el primer ejemplo, en el que los chicos de sala de 5 prepararon una presentación y una película para contarles a los de sala de 4 lo que habían investigado) genera un contexto privilegiado para hacer el pensamiento visible. Cuando tenemos que contarle a otro lo que pensamos y sabemos, aparece la necesidad de clarificar el propósito de lo que hicimos y aprendimos, revisar nuestras ideas, pensar qué tenemos claro y sobre qué cuestiones tenemos que repasar porque no estamos seguros. Y toda esa reflexión va, naturalmente, consolidando nuestros propios aprendizajes.

### **Pasando en limpio...**

Y, hablando de sistematizar y pasar en limpio, antes de terminar les propongo repasar lo que

hemos discutido en este capítulo, que dedicamos al cómo de la enseñanza del pensamiento científico y tecnológico en la infancia.

En primer lugar, utilizamos la idea de “jugar al juego completo” propuesta por David Perkins como metáfora para pensar en una enseñanza que nunca pierda de vista el sentido, el propósito global del aprendizaje. Sostuvimos, también, que existe un consenso internacional, avalado por la investigación educativa, sobre las características que debe tener la enseñanza de las ciencias y la tecnología en la infancia, que a su vez está plasmado en los lineamientos curriculares de los distintos países. Y planteamos, entonces, que ese consenso constituye un excelente punto de partida para hacer realidad esta visión sobre la enseñanza en cada una de las escuelas.

Buscando una síntesis de esta visión consensuada les propuse, entonces, un modelo de buenas prácticas con el propósito de que sirva para orientar la acción. El modelo incluye tres componentes: la necesidad de contextualizar el aprendizaje, la importancia de que los niños participen en prácticas auténticas de la disciplina (en su versión escolar, naturalmente), considerando para las ciencias naturales las prácticas de indagación y para la tecnología las prácticas de diseño, y, finalmente, el valor de hacer visible el pensamiento de los niños por medio de actividades y espacios que fomenten que hagan explícitas sus ideas y las pongan en diálogo con sus pares.

Ojalá a lo largo de este libro y en sus prácticas cotidianas hayan sentido, como yo, que formar el pensamiento científico y tecnológico es una aventura posible. Sin reinventar la rueda. Desde donde cada uno está, sacándole punta a ese lápiz con el que diseñamos lo que vamos a hacer cada día.

---

Para eso, estoy convencida, vale la pena tomar ejemplos que nos inspiren, modelos que nos marquen caminos posibles (reales, cercanos a lo que sentimos que nosotros podemos hacer en cada uno de nuestros ámbitos) que nos ayuden

a dar los próximos pasos. El próximo capítulo se trata justamente de eso, de compartir algunos proyectos y recursos que, a mi juicio, inspiran y dan pistas y herramientas para la acción. Allí vamos entonces.



## IV Algunos ejemplos para inspirarse

Y llegamos (¡casi!) al final de este recorrido. Comenzamos por definir el pensamiento científico y tecnológico como modos de entender y actuar sobre el mundo basados en la curiosidad, la creatividad y el pensamiento riguroso. Sostuvimos que los rudimentos de ese pensamiento ya aparecen desde que los niños son muy pequeños, pero que su desarrollo requiere una enseñanza intencional y sostenida a lo largo del tiempo. Propusimos un modelo para la acción, que retoma las evidencias que nos proporciona la investigación educativa y los lineamientos curriculares de muchos países del mundo. Hablamos de la importancia de que los niños participen en prácticas auténticas como la indagación y el diseño, contextualizadas y con sentido, del rol docente como guía en esas exploraciones y de la necesidad de hacer visible el pensamiento de los chicos.

En este último capítulo les propongo una serie de ejemplos (¡de los muchos que felizmente existen!) que, a mi juicio, ofrecen estrategias y recorridos interesantes para la enseñanza de las ciencias y la tecnología en la infancia. Se trata de proyectos y recursos que aportan herramientas y ejemplos concretos para enriquecer la práctica cotidiana.

Los primeros tres son proyectos que desarrollamos junto con un equipo de colegas. El resto lo elaboraron otros especialistas.

## En Ciencias naturales

### *Prácticas inspiradoras en ciencias en el nivel inicial*

El proyecto presenta dos secuencias didácticas para el nivel inicial (“Detectives del sonido” y “Exploradores de la luz”) implementadas en dos jardines de la provincia de Buenos Aires de distintos contextos educativos, basadas en el enfoque de enseñanza por indagación. Cada secuencia está filmada en video y organizada en etapas a partir de preguntas guía (por ejemplo: ¿qué necesitamos para ver?). Pueden verse y descargarse tanto los videos de las secuencias implementadas en el aula como los materiales didácticos que las acompañan. La primera escena de este libro (la de los niños construyendo el xilofón de botellas) forma parte de la secuencia de “Detectives del sonido”. El proyecto fue desarrollado por el Programa de la Educación en Ciencias de la Universidad de San Andrés (bajo mi coordinación y la de Mariu Podestá y Diana Jarvis), con el apoyo de la Fundación Bunge y Born.

Página web: <http://educacion.udes.edu.ar/ciencias/inspiradoras>

### *Escuelas del Bicentenario*

Se trata de un programa de mejora escolar que se llevó a cabo en 7 provincias argentinas entre 2006 y 2014, desarrollado por el Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación (IPE-UNESCO) y la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). En ese marco, para el área de Ciencias naturales desarrollamos una serie

---

de secuencias didácticas desde el enfoque de enseñanza por indagación. Para el primer ciclo del nivel primario, las secuencias abordan temas como “Los seres vivos y sus ambientes” y “El cielo y la Tierra”, que pueden consultarse y descargarse en:

Página web: [http://educacion.udesa.edu.ar/ciencias/?page\\_id=14](http://educacion.udesa.edu.ar/ciencias/?page_id=14)

### ***La casa de la ciencia***

Programa de televisión, que escribimos y conducimos junto con Gabriel Gellon y la productora La Brújula TV para el canal infantil Paka Paka. En cada capítulo se plantean preguntas y desafíos cotidianos para resolver desde una mirada científica, que pueden usarse como recursos para la enseñanza. Las experiencias incluyen materiales simples y pueden recrearse junto con los chicos.

Todos los programas (que duran alrededor de 28 minutos) pueden verse y descargarse en:

Página web: [http://www.conectate.gob.ar/sitios/conectate/busqueda/buscar?rec\\_id=100855](http://www.conectate.gob.ar/sitios/conectate/busqueda/buscar?rec_id=100855)

### ***Creative little scientists (pequeños científicos creativos)***

Se trata de un proyecto de investigación educativa realizado de manera conjunta entre varios países europeos, que ofrece artículos académicos interesantes y recursos para la enseñanza de las ciencias naturales para niños pequeños.

Página web (en inglés): <http://www.creative-little-scientists.eu/>

## **En Ciencias naturales y Tecnología**

### ***Innovaciones Educativas en STEM-Fundación Telefónica***

Concurso de la Fundación Telefónica en el que identificaron y seleccionaron 100 proyectos educativos innovadores de todo el mundo para la formación de vocaciones en las áreas de STEM. Comprende gran número de programas para los niveles inicial y primario.

Página web: <https://top100desafio.fundaciontelefonica.com>

### ***Cuadernos para el aula***

La serie *Cuadernos para el aula*, desarrollada por el Ministerio de Educación de la Argentina, ofrece ejemplos interesantes de secuencias y actividades en Ciencias naturales y Tecnología para los docentes de nivel inicial y primer ciclo del nivel primario. El “desafío de sacar el candado del frasco” que presentamos en el capítulo 3 corresponde a estos cuadernos.

Página web: <http://www.me.gov.ar/curri-form/cuadernos.html>

### ***Educ.ar***

En la página del programa Educ.ar, del Ministerio de Educación de la Argentina,



pueden consultarse y descargarse una diversidad de recursos para la enseñanza de las ciencias y la tecnología en los niveles inicial y primario:

Página web: <https://www.educ.ar>

### ***Educar Chile***

Página del proyecto Educar, del Ministerio de Educación de Chile, con recursos para todas las áreas y niveles educativos. En la sección Buenas Prácticas se muestran, dentro del proyecto Estudios de Clase, filmaciones de clases de ciencias y tecnología para los niveles inicial y primario, junto con la filmación de las instancias de planificación y análisis por parte de los docentes.

Página web: <http://www.educarchile.cl>

### ***Las 400 clases***

En este portal, desarrollado por el área de Educación del CIPPEC (Centro de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento), en la sección Laboratorio de Formación Docente Continua se incluye una serie de videos de especialistas en distintas áreas de la educación, que comprende las Ciencias naturales y la Tecnología, y propone ideas, preguntas y reflexiones para la formación docente. En la sección Videos se ofrece una selección interesante de ellos para la enseñanza de los temas del currículo de Ciencias naturales.

Página web: <http://www.las400clases.org/>

### **En Tecnología**

#### ***Program.ar***

En la página del proyecto Program.ar, del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Argentina, se ofrece una serie de actividades y recursos para planificar la enseñanza de la programación para niños, comenzando por el primer ciclo del nivel primario.

Página web: <http://program.ar/primaria/>

#### ***Code.org***

En la página de la organización Code.org se ofrecen tutoriales y juegos para niños y herramientas para docentes para la enseñanza de la programación desde edades tempranas (seleccionar español como idioma para ver todos los contenidos en castellano).

Página web: <https://code.org/>

#### ***Lifelong Kindergarten (jardín de infantes de por vida)***

Este proyecto del Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT) ofrece una serie de materiales y propuestas para el desarrollo del pensamiento tecnológico en la infancia, considerando el abordaje integral del jardín de infantes como modelo para la formación de capacidades en los niños.

Página web (en inglés): <https://ilk.media.mit.edu/>

## ScratchJr

ScratchJr es una colaboración entre el Grupo de Investigación de Tecnologías del Desarrollo de la Universidad de Tufts, el Grupo *Lifelong Kindergarten* antes mencionado y *Playful Invention Company*. Se trata de un lenguaje de programación especialmente orientado a que niños de entre 5 y 7 años puedan programar sus propias historias y juegos interactivos. Las páginas citadas tienen explicaciones claras para programar con ScratchJr y numerosos ejemplos para niños, padres y docentes.

Páginas web: <https://www.scratchjr.org/> y <https://scratch.mit.edu>

## Código 21

Código 21 es el espacio del Departamento de Educación del Gobierno de Navarra dedicado al aprendizaje de programación, robótica educativa y otras tecnologías emergentes que permiten disfrutar y aprender con herramientas digitales de nuestro tiempo. La página contiene recursos para docentes y estudiantes.

Página web: <http://codigo21.educacion.navarra.es/>

## Flexible

Es un inspirador ejemplo de los *maker spaces* (espacios de hacedores) que existen en la Ciudad de Buenos Aires, donde se proponen actividades para niños que relacionan el arte, la ciencia y la tecnología.

Página web: <http://www.flexiblelab.com.ar/>

## ● Bibliografía

Alsop S y Watts M. Science education and affect. *International Journal of Science Education* 2003; 25(9), 1043-1047.

Appleton K. How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in Science Education* 2003; 33(1), 1-25.

Ardnt S y Anijovich R. *Metacognición y reflexión. Experiencias metacognitivas en el nivel inicial*. Buenos Aires. Aique, 2015.

Benloch M. *Ciencias en el parvulario. Una propuesta psicopedagógica para el ámbito de la experimentación*. Barcelona. Paidós Educador, 1992.

Berlinski S, Galiani S, Gertler P. *The Effect of PrePrimary Education on Primary School Performance*. London. Institute for Fiscal Studies, 2006. Disponible en: [www.ifs.org.uk/wps/wp0604.pdf](http://www.ifs.org.uk/wps/wp0604.pdf).

Brown J, Collins A y Duguid P. Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 1989; 18(1), 32-42.

Cabe Trundle K y Saçkes M (eds.). *Research in Early Childhood Science Education*. Springer Netherlands, 2015.

Camilli G, Vargas S, Ryan S y Barnett WS. Meta-analysis of the effects of early education



- interventions on cognitive and social development. *Teachers College Record*, 2010; 112, 579-620.
- Consejo Federal de Cultura y Educación. *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios para el primer ciclo de la educación primaria en Argentina*. Ministerio de Educación de la Nación, 2004.
- Cromer A. Uncommon sense. *The heretical nature of science*. Nueva York. Oxford University Press, 1993.
- DeBoer G. *A History of Ideas in Science Education*. Nueva York. Teachers College Press, 1991.
- Declaración de Budapest. *Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico*. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso, 1999. Disponible en <http://www.oei.es/salactsi/budapestdec.htm>.
- Departamento de Educación del Reino Unido. *Statutory framework for the early years foundation stage*, 2014.
- Dewey J. Method in science teaching. *Science Education*, 1916; 1, 3-9.
- Duckworth E. *Cómo tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre cómo enseñar y aprender*. Madrid. Editorial Antonio Machado, 1994.
- Duit R y Treagust D. Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 2003; 25(6), 671-688.
- Duschl R, Schweingruber H y Shouse A. *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC. National Academy Press, 2007.
- Erden F y Sönmez S. Study of Turkish Preschool Teachers' Attitudes toward Science Teaching. *International Journal of Science Education*, 2011; 33(8), 1149-1168.
- Eshach H y Fried MN. Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 2005; 14(3), 315-336.
- European Union. *Science, technology and innovation in Europe*. Eurostar Pocket Books, 2013.
- Feynman R. *Seis piezas fáciles*. Madrid. Editorial Dakontos/Crítica, 1997.
- Furman M y De Angelis S. *Uso de tablets en el nivel inicial. Informe final de investigación*. INTEL, 2015.
- Furman M y Podestá ME. *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires. Aique, 2009.
- García M y Domínguez R. *La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel inicial. Propuestas de enseñanza y aprendizaje*. Rosario. Homo Sapiens, 2012.
- Gellon G, Rosenvasser Feher E, Furman M y Gollombek D. *La Ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires. Paidós 2005.
- Gil D y Vilches A. *Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana*. Cultura y Educación, 2004; 16(3), 259-272.

- Giordan A y De Vecchi G. *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla. Díada, 1995.
- Golombek D. *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Documento Básico del IV Foro Latinoamericano de Educación. Buenos Aires. Fundación Santillana, 2008.
- Gopnik A y Meltzoff A. *Words, Thoughts, and Theories*. Cambridge, MA. MIT Press, 1997.
- Gopnik A, Sobel D, Schultz L y Gylmour C. Causal learning mechanisms in very young children: Two-, three-, and four year-olds infer causal relations from patterns of variation and covariation. *Developmental Psychology*, 2001; 37(5), 620.
- Gopnik A. Scientific Thinking in Young Children: Theoretical Advances, Empirical Research, and Policy Implications. *Science*, 2012; 337, 1623-1627.
- Gweon H y Shultz L. 16-Month-Olds Rationally Infer Causes of Failed Actions. *Science*, 2011; 332, 1524.
- Gweon H, Tenenbaum JB y Schulz LE. Infants consider both the sample and the sampling process in inductive generalization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010; 107(20), 9066-9071.
- Harlen W. *The Teaching of Science in Primary Schools*. Londres. David Fulton Publishers, 2000.
- Harlen W. *Teaching, learning and assessing science K-12*. London. SAGE Publications, 2008.
- Jarvis D. *Hacia el jardín de infantes que queremos*. Buenos Aires. Aique, 2014.
- Kamii C. The importance of thinking. *Young Children*, 2014, November Issue; 72-77.
- Klahr D, Zimmerman C y Jirout J. Educational Interventions to Advance Children's Scientific Thinking. *Science*, 2011; 333, 971-975.
- Kuhn D. What is Scientific Thinking and How Does it Develop? En: U. Goswami (ed.). *Handbook of Childhood Cognitive Development*. 2.<sup>nd</sup> ed. Blackwell, 2010.
- Kuhn D. *Enseñar a pensar*. Buenos Aires. Amorrortu Editores, 2012.
- Kumtepe E, Kaya S y Kumtepe A. The Effects of Kindergarten Experiences on Children's Elementary Science Achievement. *Elementary Education Online*, 2009; 8(3), 978-987.
- Larkin S. Collaborative group work and individual development of metacognition in the early years. *Research in science education*, 2006; 36(1), 7-27.
- Lave J. y Wenger E. *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, 1991.
- Lemke J. *Aprender a hablar ciencia*. Buenos Aires. Paidós, 1997.
- Levy S y Mioduser D. Does it "want" or "was it programmed to..."? Kindergarten children's explanations of an autonomous robot's adaptive functioning. *International Journal*



- of *Technology and Design Education*, 2008; 18(3), 337-359.
- Libow Martínez S y Stager G. *Invent to learn: Making, tinkering and engineering in the classroom*. New York. CMK Press, 2013.
- Melhuish EC. Preschool matters. *Science*, 2011; 333, 299-300.
- Mercer N y Littleton K. *Dialogue and the development of children's thinking: A sociocultural approach*. London. Taylor and Francis, 2007.
- Metz KE. Reassessment of developmental constraints on children's science instruction. *Review of Educational Research*, 1995; 65 (2), 93-127.
- Metz K. Scientific inquiry within reach of young children. En: Biddle BJ, Godd T y Goodson I (eds.). *International handbook of science education*, 81-96. London. Springer, 1998.
- Metz K. Children's understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. *Cognition and Instruction*, 2004; 22(2), 219-290.
- Ministerio de Educación de Argentina. *Cuadernos para el Aula para las áreas de Tecnología y Ciencias Naturales*. Nivel inicial y Nivel primario (1.º a 3.º grados), 2006, 2007 y 2016.
- Ministerio de Educación de Chile. *Programa de Tecnología para el Primer año básico*, 2012.
- Mioduser D. Learning technological problem solving -cognitive/epistemological perspective. En: Jones A y de Vries M (eds.). Cap. 33. *International Handbook of Research and Development in Technology Education*. Sense Publishers, 2009.
- National Association for the Education of Young Children (NAEYC). *NAEYC standards for early childhood professional preparation: Initial licensure programs*, 2010. Disponible en: <https://www.naeyc.org/caep/standards>
- Papert S. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York. Basic Books, 1980.
- Papert S y Solomon C. Twenty Things to Do with a Computer. *Educational Technology*, 1972; 12 (4), 9-18.
- Perkins D. *Making learning whole*. John Wiley & Sons, 2009.
- Piaget J. *Biology and knowledge: An essay on the relations between organic regulations and cognitive processes*. Chicago. University of Chicago Press, 1967.
- Resnick M. *All I Really Need to Know (About Creative Thinking) I Learned (By Studying How Children Learn) in Kindergarten*. Ponencia presentada en el Congreso Creativity & Cognition, 2007. Disponible en: <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/CC2007-handout.pdf>
- Sackes M. How often do early childhood teachers teach science concepts? Determinants of the frequency of science teaching in kindergarten. *European Early Childhood Education Research Journal*, 2014; 22:2, 169-184.

---

Sodian B, Zaitchik D y Carey S. Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 1991; 62, 753-766.

Sylva K, Melhuish E, Sammons P, Siraj-Blatchford I y Taggart B (eds.). *Early Childhood Matters: Evidence from the Effective Preschool and Primary Education Project*. London. Routledge, 2010.

Tishman S y Palmer P. Visible Thinking. *Leadership compass*, 2005; 2(4), 1-4.

Vosniadou S. On the development of the understanding of abstract ideas. En: Harnquist K y Burgen A (eds.). *Growing up with science*. London. Jessica Kingsley, 1997.

Vygotsky L. *Pensamiento y lenguaje*. Paidós Ibérica, 2010 (original publicado en 1934).

Zimmerman C. The development of scientific thinking skills in primary and middle school. *Developmental Review*, 2007; 27, 172-223.





# La construcción del pensamiento científico y tecnológico en los niños de 3 a 8 años

## ● Palabras de bienvenida

*Mariano Jabonero Blanco*

Director de Educación. Fundación Santillana

*Paulo Speller*

Secretario General de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

*Roxana Cardarelli*

Directora de Educación Inicial. Ministerio de Educación y Deportes de la Nación

## ● Presentación del documento básico

*Melina Furman*

Doctora en Educación, Universidad de Columbia, EE.UU.

Licenciada en Ciencias Biológicas (UBA). Profesora de la Escuela de Educación de la Universidad de San Andrés e Investigadora del CONICET.



## ● Palabras de bienvenida

*Mariano Jabonero Blanco*

*Director de Educación. Fundación Santillana*

Sean todos bienvenidos a esta nueva edición, ya la undécima de este Foro Latinoamericano de Educación, bienvenida a la que quiero añadir nuestra mayor gratitud por contar con su presencia y participación; una amistad y una complicidad educativa que nos han ofrecido desde hace años y que motiva y justifica la realización de este evento.

Quiero dedicar unas palabras de especial gratitud a quienes me acompañan en este acto inaugural. Al Dr. Paulo Speller, Secretario General de la OEI, una organización que, como bien sabe él y muchos de los que están presentes en esta sala, conozco bien y me es especialmente querida por mi trayectoria profesional y vital. La OEI ha colaborado asiduamente en pasadas ediciones del Foro contribuyendo, sin lugar a dudas, a su éxito y proyección iberoamericana. Nos felicitamos por seguir contando con su presencia y apoyo.

Aprovecho la ocasión también para saludar al nuevo Director de la oficina de la OEI en Buenos Aires, Andrés Delich que nos acompaña en el foro. Asimismo, también quiero agradecer la presencia de la doctora Roxana Inés Cardarelli, Directora de Educación Inicial del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación. Señora, valoramos mucho su presencia en este acto por lo que representa para nuestra Fundación desde la convicción de que el desarrollo infantil temprano –tanto la educación infantil como la inicial– tiene una importancia estratégica para la evolución y el éxito educativo de los niños y las niñas.

El interés y la colaboración, tanto del Ministerio de Educación y Deportes como de la OEI, han sido decisivos para llevar a cabo esta actividad, para llevar a cabo estas ideas y darle un enfoque innovador, pertinente y relevante para la educación de la Argentina y el resto de los países iberoamericanos, de uno y otro lado de ese océano, que no hay barrera ni abismo líquidos, sino un puente transitable que nos une y felizmente nos atrapa con dos lenguas maravillosas que son el español y el portugués.

La Fundación Santillana, entidad promotora de este evento en cuya sede bonaerense nos encontramos, forma parte del mayor grupo de educación, comunicación y entretenimiento del mundo en lenguas española y portuguesa, el grupo PRISA, y tiene como objetivo fundamental, desde su creación en 1979, contribuir a la mejora de la educación en los países iberoamericanos, como decía antes, de ambos lados del océano, pero de manera muy especial en territorio americano. Además de los potentes medios virtuales de los que hoy disponemos, es fundamental el apoyo de nuestras sedes en este continente: en Bogotá, São Paulo, Lima, Santiago y, por supuesto, Buenos Aires.

Una actividad que en los últimos años se ha centrado especialmente en la creación de información, la realización de investigación, la edición de informes, etc., para dar difusión de todo ello que sirva para crear conocimiento educativo susceptible de ser aplicado a políticas y prácticas educativas concretas, transformadoras e innovadoras.

Creemos que en la región existe abundante información educativa de alto valor y, sin embargo, que ese acervo es poco conocido y aplicado por aquellos que llevan políticas y prácticas concretas



para la mejora de la educación: contribuir a disminuir esa brecha es una de nuestras tareas y mayores preocupaciones.

Durante el pasado año hemos realizado más de 50 actividades en la región a las que han asistido presencialmente más de 24.000 personas, millones nos han seguido a través de las redes virtuales, hemos editado numerosos estudios e informes en español y portugués, y todo ello de acuerdo con tres criterios fundamentales: abordar aquellos temas que son realmente cruciales y relevantes para la educación de Iberoamérica, hacerlo siempre junto con otras entidades, ¡jamás solos!, en primer lugar con los gobiernos, con organizaciones internacionales con quienes mantenemos colaboración estable, con otras fundaciones, universidades, expertos, investigadores, representantes de la sociedad civil, etc., y algo que nos caracteriza, rechazar lo efímero, la imagen que es noticia, pero que no persevera en el esfuerzo del día a día ni contribuye a una estrategia de futuro, ya que la educación no puede ser parte de lo que nuestro nobel Mario Vargas Llosa califica como la “cultura del espectáculo”.

Ejemplifico lo anteriormente expuesto con el foro al que asistimos, ya en su undécima edición, en las tantas veces repetida y brillante iniciativa argentina del Vivalectura, en años apoyando la realización y la difusión de los resultados de pruebas de evaluación externa estandarizadas, como son los casos de PISA y TERCE, en el concurso de las experiencias escolares de Colombia que ya alcanza su vigésima segunda edición y, en fin, en la Semana de la Educación de Madrid, que este año cumplió su trigésimo aniversario: treinta años sin interrupción en los que se han dado cita en ella, convocados por nuestra Fundación, presidentes de gobiernos,

ministros, premios Nobel, investigadores, líderes, etcétera.

Nuestro compromiso con la educación es firme, estable, americano y duradero. Esas señas, junto con las lenguas comunes, el portugués de ambos lados del Atlántico y ese español, que ya alcanza casi 550 millones de hablantes y conforma la región más transparente o el territorio común de La Mancha, en palabras del mexicano Carlos Fuentes, y es ya la segunda lengua mundial de uso en internet, forman, en resumen, el ADN de nuestra Fundación.

He querido dejar para el final de mi presentación y, con ello darle un especial realce, la referencia al documento básico con el que nos ha obsequiado la Dra. Melina Furman. Este texto es un maravilloso regalo, su lectura es amena, con ejemplos que es una delicia leer y con una claridad expositiva excelente. Un texto que habla de lo realmente importante que es, obviamente, algo concreto e imprescindible para entender nuestro mundo a través de la curiosidad, la creatividad y el pensamiento riguroso.

La educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, el STEM por sus siglas en inglés –yo me sumo a los que añaden el arte–, es, realmente, una prioridad para nuestra región por encima de disquisiciones más o menos diletantes.

Ayer presentamos un informe sobre calidad de educación en América Latina que ha sido coordinado por los presidentes Ernesto Zedillo, de México, y Ricardo Lagos, de Chile, informe en el que han participado reconocidos expertos e investigadores de nuestra región. Entre las más graves carencias que



ese informe transparente, se encuentra el muy bajo nivel de rendimiento que tienen los estudiantes de Iberoamérica en matemáticas, en ciencias y en resolución de problemas, lo cual supone una grave desventaja para su desarrollo a futuro, para su capacidad de inserción laboral y para la mejora de la competitividad de nuestra región en una economía fuertemente globalizada.

Dra. Furman, gracias por ayudarnos a comprender una cuestión clave y por exponerlo con la claridad y la sencillez que solo es propia de quienes saben mucho de lo que hablan y de lo que escriben. Le aseguro que, después de leer su texto, me reafirmo en formar parte activa de los que como usted califica, creemos que el pensamiento científico y tecnológico es una aventura posible.

Aprovecho la ocasión para saludar y agradecer a todos los ponentes que intervendrán en

este foro a lo largo de las dos sesiones temáticas que seguirán a este acto inaugural, a todos ellos muchas gracias por su disponibilidad y su colaboración. A alguno también por el mayor esfuerzo, por venir hasta acá, hasta Buenos Aires, a María desde Uruguay y a Mauricio desde Colombia.

Si la cualificación y la experiencia de todos ellos es motivo de reconocimiento, no lo es menos la disponibilidad que han mostrado para compartir esta competencia con nosotros.

De nuevo, muchas gracias a ellos, a todos ustedes y al equipo de la Fundación Santillana en Buenos Aires, que con su excelente trabajo han hecho posible este evento. A continuación les dejo con las intervenciones de don Paulo Speller, Secretario General de la OEI y de Roxana Inés Cardarelli, Directora de Educación Inicial del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación.



## Palabras de bienvenida

*Paulo Speller*

*Secretario General de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)*

Muy buenas. Un placer estar aquí y compartir este espacio con el Ministerio de Educación y Deportes de la Argentina y con la Dra. Melina Furman, autora de este interesante documento base presentado en el foro y con un título tan inspirador. Cómo educar mentes curiosas, el desafío que representa eso, sobre todo a la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. No es fácil. No es poca cosa.

Quisiera, por lo tanto, saludar a todos los presentes y decir del gusto enorme que tenemos desde la OEI de acompañar desde hace un tiempo este proceso y esta iniciativa tan importante que tiene la Fundación Santillana en América Latina y en Buenos Aires en especial. Nosotros tenemos un compromiso ineludible con la formación inicial, con la educación infantil y eso está formalizado en el proyecto Metas 2021 que lo aprobamos justamente aquí en la Argentina en 2010, en la cumbre de jefes de Estado y de Gobierno que se realizó en Mar del Plata. Y justamente Santillana nos brinda, con esta oportunidad, la posibilidad de concretarlo, porque una cosa es, como hablábamos con la Directora de Educación Inicial, Roxana Cardarelli, poner la meta de la inclusión de los niños de cuatro y cinco años, de tres años, y otra cosa es llevarlo a cabo. Pero no únicamente en el sentido de la inclusión meramente; hacerlo con calidad, con toda una estrategia de formación y producción de materiales, que la mayoría de ustedes conoce y se dedica de forma tan seria, y que hoy en

día constituye una formación específica. Y no por mera casualidad nosotros aprobamos en la Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno de 2014, en Veracruz, la creación del Instituto Iberoamericano de Primera Infancia. Y estamos en este justo momento preparando la inauguración del Instituto que se va a poner en Santiago de Chile con la presencia de la presidenta Bachelet.

No se trata de una iniciativa que estará limitada a Santiago ni a Chile, sino un Instituto que buscará articular todas las iniciativas que llevamos a cabo en las diecisiete oficinas y en la secretaría general, o sea, en todo América Latina, en todo el Caribe, inclusive aquí donde tenemos un gran equipo muy dedicado, y sobre todo en esta área de educación infantil. Por lo tanto, la OEI se siente muy comprometida con este proceso, con el ministerio de educación en este campo de la formación de maestros de la educación infantil. Y creo que la Argentina puede dar un bellissimo ejemplo, como ya lo está dando, en este trabajo en conjunto que realizamos entre los tres. Como decía Mariano Jabonero, no es un trabajo para realizarlo solo, y nos sentimos muy honrados una vez más de estar juntamente con el Ministerio de Educación y Deportes de la Nación, con la Fundación Santillana y con todos ustedes comprometidos en este proceso, inspirados por el documento que seguramente sienta las bases para una prioridad tan importante que compartimos en Iberoamérica, y en toda América Latina y el Caribe.

Éxitos en el evento en el día de hoy, todos muy comprometidos, muy movilizados. Y cuenten siempre con nosotros desde la OEI.

Felicidades. Muchas gracias.



## Palabras de bienvenida

Roxana Cardarelli

Directora de Educación Inicial

Ministerio de Educación y Deportes de la Nación

### Indagación del ambiente social, natural y tecnológico

#### Educación inicial

“La educación inicial abarca el período de la vida comprendida entre el nacimiento y el ingreso a la educación básica, constituyendo una experiencia irrepetible en la historia personal y decisiva respecto del logro de los futuros aprendizajes y trayectorias escolares completas”.<sup>1</sup>

El abordaje de la indagación del ambiente natural social y tecnológico se enmarca en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios<sup>2</sup> para el Nivel Inicial, tanto en los sentidos de los aprendizajes como en los saberes priorizados, que incorporados *“como objeto de enseñanza, contribuyen a desarrollar, construir y ampliar las posibilidades cognitivas, expresivas y sociales que los niños ponen en juego y recrean cotidianamente en su encuentro con la cultura, enriqueciendo de ese modo la experiencia personal y social en sentido amplio”*.

Los núcleos de aprendizajes prioritarios promueven la organización de la enseñanza orientada a generar procesos de construcción de conocimiento que potencien las posibilidades de los niños y niñas, con el respeto por los ritmos y estilos de aprendizajes singulares y en relación con otros y los objetos del mundo.

Este marco normativo explicita ciertas características del nivel inicial que son fundamentales para la organización de la enseñanza: el desarrollo de las propuestas didácticas articulando los contenidos de los distintos campos de conocimiento, la planificación de recorridos didácticos diversos y variados combinando estrategias pedagógicas múltiples y el tratamiento de contextos plurales que favorezcan el conocimiento del mundo.

Ampliar, complejizar y profundizar los conocimientos de los niños implica ofrecer propuestas didácticas relacionadas con los seres vivos y su relación con el ambiente, los objetos y su composición (características, transformaciones, usos en el tiempo de productos tecnológicos), el rol y los usos de las instituciones y los objetos de la cultura, la valoración y la contextualización de los trabajos y las diversas formas de vida, el reconocimiento de las historias personales y sociales, el mejoramiento del ambiente, el cuidado del cuerpo propio y de los otros, este último como posible abordaje de educación sexual integral, entre otros.

En este sentido, la educación inicial como primer tramo del trayecto escolar emprende:

- Favorecer el interés y el conocimiento del mundo natural, social y cultural para contribuir al desarrollo de capacidades de indagación, así como de actitudes, conceptos, modelos e ideas acerca de los fenómenos naturales y las formas de investigarlos.
- Promover la indagación del mundo artificial o tecnológico, favoreciendo en los niños y las niñas la creatividad, el pensamiento orientado a fines y la capacidad de anticipación en la resolución de problemas.

<sup>1</sup> NAP. Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Nivel Inicial, 2004.

<sup>2</sup> Resolución N.º 214/04. Consejo Federal de Cultura y Educación.



En la exploración del ambiente artificial aparecen objetos privilegiados ligados a las TIC con contenidos múltiples y variados en la vida cotidiana de los niños.

Cabe aclarar que se entiende por ambiente el entramado natural y social complejo. Como sostienen Kaufmann y Serulnicoff,<sup>3</sup> este abordaje implica una mirada que contempla el interjuego de relaciones de diversos órdenes, así como los múltiples sentidos y significaciones que construyen las personas, en distintos momentos históricos, en relación con él. Por lo tanto, las propuestas para su indagación deben relevar el carácter diverso, desigual y cambiante de los recortes seleccionados a partir de situaciones reales que impliquen un desafío para los niños. Para ello son fundamentales no solo las estrategias didácticas del docente, sino también, y sobre todo, el trabajo previo que requiere el docente para

la investigación y el conocimiento del contexto seleccionado con el fin de desnaturalizar miradas estereotipadas sobre aspectos del ambiente, que en muchos casos no se identifican por ser supuestamente conocidos o cotidianos.

En la Feria Nacional de Educación, Artes, Ciencias y Tecnología y en las distintas instancias feriales alcanzadas en niveles provinciales se presentan numerosas propuestas de jardines de infantes de todo el país y en relación con este campo de conocimiento. Estos encuentros constituyen una oportunidad para compartir experiencias de enseñanza y aprendizajes entre maestros/as de distintas comunidades y regiones que abordaron diferentes áreas de conocimiento y experiencias de manera articulada e integral, y donde los niños son protagonistas de la construcción de aprendizajes variados y significativos.

---

3 Kaufmann, V y Serulnicoff, A. Conocer el ambiente: una propuesta para las ciencias sociales y naturales en el nivel inicial. En: Malajovich A. (comp.). *Recorridos didácticos en el nivel inicial*. Buenos Aires. Paidós, 2000.



## ● Presentación del Documento Básico

*Melina Furman*

*Doctora en Educación, Universidad de Columbia,*

*EE.UU. Licenciada en Ciencias Biológicas (UBA).*

*Profesora de la Escuela de Educación de la Universidad  
de San Andrés e Investigadora del CONICET.*

### **Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia**

Quiero agradecer primero a la Fundación Santillana y a la OEI por haber elegido a la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia como tema para el Foro de este año. Se trata de un tema que para mí es absolutamente entrañable, y al mismo tiempo fundamental para poner en agenda dentro de los debates actuales en educación.

Voy a dedicar este rato de presentación a hacerles una visita guiada al libro, que constituye el documento básico de este foro.

Este libro tiene como título *Educar mentes curiosas* y habla sobre la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia, pensando en la primera infancia y llegando hasta el primer ciclo de la escuela primaria, hasta los 8 años. Y el libro habla de ambos tipos de pensamiento pensando en aquello que tienen en común, justamente porque el pensamiento científico y el tecnológico comparten una mirada curiosa, fresca y preguntona que tanto vale la pena potenciar desde la escuela.

El pensamiento científico y el tecnológico comparten una forma de mirar. Y no solo de mirar, sino

de estar, de entender, de actuar en el mundo. Una forma de mirar que está muy encendida en los neños chiquitos, que tiene que ver con el juego, con la exploración, con los ojos brillantes, con la pregunta en todo momento. Que también, a medida que nos vamos haciendo más grandes, necesita ir enriqueciéndose, desarrollándose, a través de la guía de un otro.

Mariano Jabonero, de la Fundación Santillana, se refirió en su presentación acerca de la formación en STEM, que en inglés quiere decir “tallo, tronco”, y cuyas siglas significan: S de *science* (ciencia), T de tecnología, E de *engineering* (ingeniería) y M de *mathematics* (matemáticas). En los últimos años la enseñanza de las ciencias y la tecnología se vienen pensando en conjunto, en conjunto también con la enseñanza de la ingeniería y la matemática, y más recientemente todavía, también lo decía Mariano, algunos propusieron agregarle una A a la sigla de STEM y llamarla STEAM, donde la A hace referencia a *arts* (artes). Una A de arte, justamente con esta idea de que el arte y en particular el diseño tienen mucho para aportar a esta mirada creativa, juguetona y que al mismo tiempo busca soluciones y busca resolver problemas en el mundo que se pretende desarrollar desde la ciencia y la tecnología.

Creo que el paradigma STEAM es útil para pensar la enseñanza. Es ambicioso, sí, y resulta difícil pensar cómo hacerlo concreto en la práctica. Pero, en particular en el nivel inicial y en los primeros años de la escuela primaria, yo creo que tenemos un terreno sumamente fértil para seguir trabajando y profundizar en esta mirada más integral sobre el mundo y sobre el conocimiento, menos compartimentalizada, y pienso que el paradigma STEAM nos da un horizonte potente para caminar.



Y aquí vale también la pena agregar las Ciencias Sociales al paradigma STEAM, especialmente si consideramos la enseñanza en los primeros años. En muchas partes del mundo, incluida la Argentina, las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales se enseñan de manera integrada en el nivel inicial y los primeros años de la escuela primaria como una gran lente para ver el mundo. Así, vamos comenzando a “andamiar” el pensamiento, poniendo esas primeras piedras fundamentales que nos dan sustento a la hora de entender mejor y pararnos ante el mundo.

Recientemente hubo una presentación sobre las metas de la educación para este siglo XXI. Todos venimos escuchando, yo por lo menos vengo escuchando por todos lados preguntas del estilo: “¿Cómo tiene que ser la educación hoy para preparar a los chicos para el futuro?”. En esa presentación alguien nos recordaba que “los chicos que entran hoy a la escuela van a egresar en 2030”, pero, ¿cómo va a ser ese mundo en 2030? En muchos sentidos no sabemos y en otros por supuesto que sí. En esa presentación uno de los integrantes del panel, empresario de tecnología, dijo algo que me pareció muy sensato: “Nosotros en las empresas cada seis meses hacemos una lista de los perfiles de profesionales que vamos a necesitar”. Y nos leyó algunos que tenía de esa semana, perfiles más tradicionales como contadores, abogados, gente de recursos humanos, hasta ahí estamos bien. Pero también añadió otros que, por lo menos para mí, parecían muy “locos”, como arquitectos de robots, sociólogos de redes... Y agregó algo que yo comparto, y es que si la escuela está en el último hito de la moda de cuáles son las profesiones del momento, estamos yendo en el camino errado.

Por el contrario, yo creo que hay algo de la formación troncal, de las bases fundantes del pensamiento,

de esta mirada curiosa y a la vez crítica, comprometida, que sustente el deseo de aprender toda la vida, que es lo que mejor nos va a preparar para el mundo, cualquiera que sea ese mundo de hoy y el que vaya a venir.

Entonces, en ese sentido, siento que la educación científica y tecnológica tiene mucho para aportar a esa formación troncal, básica, y ese es el marco que da sustento a todo el libro.

Vamos a hacer la visita guiada al libro. Empecemos por el principio, por el primer capítulo. El primer capítulo tiene como título “De los pájaros y sus nombres” porque comienza con una historia de uno de mis ídolos, es Richard Feynman, Premio Nobel de Física y legendario docente.

Y él a través de un video, que yo siempre uso para mis capacitaciones docentes, cuenta de forma muy hermosa cómo aprendió ciencia en su infancia de la mano de su papá. Su papá era un fabricante de uniformes militares, no un científico, y lo llevaba en los veranos a caminar por el bosque de las montañas Catskill, al norte de Nueva York, y en esas caminatas iban muchas familias juntas, y esas caminatas empezaron a ser populares entre las otras familias, y así otros padres también llevaban a sus hijos, y después los chicos hablaban de lo que habían aprendido.

Y los quiero invitar a leer, en la página 13 del documento, el relato que hace Feynman de la historia con su papá.

Dice: “Solíamos ir a las montañas Catskill en Nueva York. Era un lugar al que la gente iba en verano. En los fines de semana, cuando mi padre



venía, me llevaba a dar paseos por los bosques. Las otras madres pidieron a sus maridos que llevaran a sus hijos también. Un día, todos los chicos estaban jugando en el campo y uno me dice: '¿Ves ese pájaro? ¿Qué clase de ave es esa?' Yo le contesté: 'No tengo la menor idea'. Él me dijo: 'Es un tordo de garganta carmelita, no es mucha la ciencia que te enseña tu padre'. Pero era al revés. Mi padre me había enseñado. Mirando un pájaro, él me diría: '¿Sabés que pájaro es ese? Es un petirrojo del monte. Pero en portugués es un *jontorapeiro*. En italiano es un *chunturapiquita*. En Alemania los llaman *halzenfuzgel* y en China, *chung ling*. Pero ahora que sabés, en todos los lenguajes que quieras, cuál es el nombre de ese pájaro, no sabrás absolutamente nada de sobre él. Sí lo sabrás sobre seres humanos, diferentes lugares y cómo llaman al pájaro. Ahora miremos al pájaro y qué está haciendo'. Mi padre me había enseñado a notar cosas. Me decía por ejemplo: 'Mirá, observá que el pájaro siempre pica sus plumas, las pica mucho, ¿qué crees que está picando en ellas?' Contesté que quizás estaban despeinadas y las trataba de peinar. Me dijo: 'bien, ¿cuándo y por qué se despeinaron las plumas?'. 'Cuando vuela, cuando camina no lo creo, se despeinarán mientras vuela' respondí. A esto me dijo: 'Suponés, entonces, que las picará más cuando acaba de aterrizar que cuando ya lleva un buen tiempo caminando por ahí. Bien, entonces observá...''.

A mí me encanta esta historia por muchas cosas, pero especialmente porque creo que resume maravillosamente lo que es el pensamiento científico. Feynman en la entrevista habla del diálogo amoroso con ese otro que en este caso fue su papá, pero podría ser un adulto cualquiera, o cualquier docente. Es ese maestro que de algún modo nos

va llevando de la mano. Que nos invita a hacernos preguntas, a buscar imaginativamente soluciones y maneras de responder esas preguntas. Que nos propone ir a la realidad para ver si esas cosas que nos imaginamos pasan o pasan otras, y seguir preguntándonos.

Y también me encanta esta anécdota porque habla de algo que para mí es muy relevante en la educación de todos los niveles, todavía más a medida que los chicos se van haciendo más grandes, y es la diferencia entre entender algo y saber el nombre de algo.

En la enseñanza de la ciencia hay mucho de la balanza inclinada hacia la adquisición de terminología, es decir, a saber nombres, definiciones. En las investigaciones que nosotros venimos haciendo hace años, lo que encontramos es eso todo el tiempo: que la enseñanza de la ciencia muchas veces está enfocada en la transmisión de conocimiento fáctico, que uno repite sin entender del todo, en recordar y luego poder enunciar terminología, palabras, vocabulario científico.

La propuesta que hace el libro es ir, de a poquito, inclinando la balanza hacia experiencias más parecidas a lo que le pasaba a Feynman con su papá. A vivir la ciencia y la tecnología también, como una manera de estar y de mirar curiosamente ese mundo y cualquier cosa que pase alrededor de él.

Poniéndole un poco más de forma a esto de qué es el pensamiento científico como punto de partida para pensar su enseñanza, a mí me gusta mucho el punteo que hace Wynn Harlen, que es una investigadora escocesa que es muy pionera en estos temas. Harlen habla del pensamiento científico



como una serie de capacidades, y también de maneras de vincularse con el conocimiento. Ella dice “el pensamiento científico es la capacidad de sostener y de desarrollar la curiosidad, y un sentido de la maravilla, del asombro sobre el mundo que nos rodea”. Habla del acceso a modos de pensar y reaccionar basados en la evidencia, en el razonamiento cuidadoso, en la satisfacción de encontrar respuesta por uno mismo y con otros, de la flexibilidad de pensamiento, el respeto por la evidencia y la capacidad de seguir aprendiendo.

Y en varios de estos puntos que plantea Harlen empiezan a aparecer aspectos socioemocionales del pensamiento científico, que hasta hace poquito estaban como “olvidados”, o que no se tenían demasiado en cuenta. En los últimos años, en la investigación en educación en general, pero en particular también en la investigación del pensamiento científico, lo que venimos viendo es que hay un componente afectivo de la formación del pensamiento científico que no podemos dejar de lado. En esta línea, sabemos hoy que las llamadas “habilidades blandas” son clave, forman parte integral del desarrollo del pensamiento. Por ejemplo, la capacidad de colaboración con otro, incluso la persistencia cuando nos frustramos, la capacidad de “buscarle la vuelta”, la de entender que a veces pensamos distinto y tenemos que lograr acuerdos. E incluso la iniciativa y la capacidad de sostener el deseo de seguir aprendiendo y seguir explorando. Y que hay que incluirlas deliberadamente como objetivos de enseñanza.

Hay una idea que para mí es súper potente para pensar la enseñanza tanto de las ciencias como de la tecnología, que viene del campo de la educación tecnológica. La gente que trabaja en educación en

tecnología viene hablando hace rato de la idea de “*tinkering*” que no tiene una traducción única al castellano, pero si la tuviéramos que traducir sería como jugar, desarmar, probar, hacer lío, volver a armar.

Yo creo muy fervientemente que si bien el pensamiento científico y el tecnológico son como “primos hermanos”, cuando uno los piensa en términos educativos, si tuviéramos que decir cuál es la diferencia entre ambos tipos de pensamiento, una manera fácil de entenderlo es que en la ciencia tratamos de entender cosas que no sabemos, por lo menos que nosotros no sabemos –en ciencia se trata de averiguar cosas para tratar de entender–, y en tecnología tratamos de resolver problemas, tratamos de diseñar cosas al servicio de algo que necesitamos.

Pero más allá de esta diferencia, quiero insistir en esta idea de que se trata de dos maneras de pensar emparentadas, “primas hermanas”. Estamos hoy en un momento maravilloso de oportunidad, porque si bien el movimiento de educación tecnológica viene con fuerza desde los años ochenta, es recién ahora cuando tenemos acceso cada vez más fácil a dispositivos de bajo costo y amigables que nos permiten hacer montones de cosas. Permiten que los chicos trabajen como productores, como creadores y no tanto espectadores de ese mundo que tenemos en frente. Ayudan a que se vayan convirtiendo en protagonistas, siempre y cuando ese protagonismo sea *andamiado* por un docente, que los vaya preparando para esa manera de ver el mundo que queremos formar.

Resumiendo entonces, en el primer capítulo del libro discutimos qué entendemos por pensamiento científico y tecnológico, y reflexionamos sobre por qué son importantes como objetivo educativo.



## Científicos desde la cuna

En el segundo capítulo nos preguntamos: ¿y cómo se forma este tipo de pensamiento? ¿Cuánto de esto traemos “de fábrica”? ¿Cuánto de esto aparece muy temprano, incluso en los bebés? ¿Cómo se va desarrollando? ¿Cuál es el rol de la escuela en ese desarrollo?

Desde los años noventa en adelante, y mucho más en los últimos años, hubo una explosión de investigaciones en ciencias cognitivas acerca de cómo aprenden los bebés. Muchos investigadores están haciendo estudios para tratar de entender cómo es el cerebro de los niños pequeños, cómo aprenden acerca del mundo, y cuáles son esas ideas y teorías con las cuales los niños explican el mundo.

Lo que se sabe muy contundentemente es que los chicos llegan al jardín y a la escuela primaria con ideas muy formadas acerca de cómo funcionan las cosas, basadas en las experiencias que han tenido, y que estas ideas a veces son muy difíciles de modificar. En didáctica se llaman “ideas intuitivas”, y se trata de esos puntos de partida conceptuales sobre los cuales hay que seguir trabajando.

Pensando en las capacidades de pensamiento, en lo que solemos llamar “habilidades científicas”, lo que se ve también es que hay ciertos rudimentos que ya están muy presentes en edades muy tempranas, en bebés muy chiquitos y en nenes que todavía no han entrado al jardín de infantes.

Muchos investigadores dicen que somos científicos desde la cuna. Por ejemplo, hay un trabajo de 2011 de una de las referentes en este tema que se llama Laura Schultz del Instituto de Tecnología

de Massachusetts (MIT) con niños de un año y tres meses, en el que se ve que los nenes de esta edad ya son capaces de discernir entre distintas hipótesis sopesando qué evidencia tienen detrás.

El experimento es así: le dan al nene un juguete que si uno lo aprieta, suena, pero el juguete no le anda. Entonces, hay dos alternativas posibles: o no anda porque el juguete está fallado, o no anda porque él no lo está sabiendo hacer sonar. Y entonces a la mitad de los bebés le muestran que el problema tiene que ver con la persona que lo hace sonar, no con el juguete. ¿Cómo hacen esto? Tienen dos investigadoras, y entonces cuando agarran el juguete, a una investigadora le suena y a la otra no, y se lo devuelven. Le dan al bebé otro juguete para cambiarlo por el anterior, y se fijan qué es lo que hace. Y lo que ven es que el bebé no agarra el juguete nuevo, porque se da cuenta de que el problema con que su juguete no suene no tiene que ver con el juguete sino con la persona que lo hace sonar (en este caso, él mismo). Y lo que hace es darle el juguete a otro (por ejemplo, a la investigadora que lo hizo sonar antes, o a su mamá), para que haga que suene.

Al otro grupo de bebés le dan evidencias que sustentan que en realidad el problema tiene que ver con el juguete, no con la persona que lo hace sonar. Entonces, las dos investigadoras agarran el juguete y a las dos les anda mal, y entonces el bebé esta vez no se lo da a la mamá ni a nadie, sino que cambia el juguete.

Hay montones de investigaciones realizadas con bebés o con nenes muy chiquitos que empiezan a mostrarnos que este pensamiento basado en evidencias, este pensamiento muy rudimentario y



obviamente implícito en estas etapas de la vida, empieza a aparecer desde muy pequeños.

Les cuento otro ejemplo, ahora con un video. Es un estudio que cuenta una investigadora también muy pionera en estos temas que se llama Alison Gopnik, en una charla TED maravillosa que se llama *¿Qué piensan los bebés?* El video muestra cómo los niños desde muy chiquitos aprenden experimentando por ensayo y error, y testeando sus hipótesis. Es un ejemplo muy claro de cómo los nenes van testeando y falseando sus hipótesis desde muy chiquitos.

Yendo al pensamiento de niños un poco más grandes, de cinco y seis años, otro trabajo interesante es el de Beate Sodian, que muestra que los chicos de esta edad ya pueden diferenciar entre producir un efecto (un pensamiento más tecnológico o ingenieril) y averiguar algo que no saben (un pensamiento más científico).

El estudio es así: a los participantes les cuentan un cuento de dos hermanos, que debaten sobre el tamaño de un ratón, si es grande o es chiquito. El ratón está adentro como de una cuevita, está atrás de la pared, no lo ven. Los hermanos disponen de dos cajas con diferentes puertas de entrada, una puerta grande y una chiquita. Entonces, se les presentan a los nenes dos objetivos: darle de comer al ratón, y averiguar si es grande o chiquito.

Para darle de comer, ¿qué caja les conviene usar? ¿La de puerta grande o la de puerta chiquita? El estudio muestra que los nenes de estas edades ya se dan cuenta de que, para alimentar al ratón, les conviene la caja con la puerta grande, porque cualquiera de los tamaños de ratón va a poder entrar

por ahí. Este es el objetivo tecnológico, porque implica producir un efecto.

Pero si, en cambio, los nenes quieren averiguar el tamaño del ratón, ¿cuál les conviene usar? En este caso, la que tiene puerta chiquita, porque si el ratón fuera grande se va a quedar afuera y eso les va a permitir darse cuenta de qué tamaño tiene.

Muchos estudios muestran que el pensamiento científico y tecnológico se va desarrollando desde los primeros años de vida, hasta llegar a la escuela primaria. Pero lo que la investigación también muestra es que ese desarrollo tiene un techo. Que en ausencia de una enseñanza intencional, deliberada, organizada, esas capacidades protocientíficas quedan ahí, no siguen evolucionando con la edad.

Este dato es muy fuerte. Los estudios nos dicen que después de los 10-12 años, sin que haya una enseñanza deliberada, el pensamiento científico no sigue evolucionando, y que el desempeño de los chicos de esa edad no muestra diferencia con el de los adultos no entrenados.

Una de las grandes pruebas de que el pensamiento no se aprende de manera espontánea es que la mayoría de los adultos no lo ha desarrollado. Hay una investigadora que viene trabajando en esto toda su vida, que se llama Deanna Kuhn. Kuhn ha hecho muchísimos estudios con adultos, viendo cuáles son las dificultades en sacar conclusiones válidas, en diseñar experimentos y en evaluar evidencias. Y lo que encuentra es que a los adultos no entrenados en ciencia les va bastante mal en eso.

Entonces es ahí donde aparece el rol clave de la enseñanza, pensada para capitalizar la curiosidad



que los chicos chiquitos tienen súper encendida, pero potenciándola hacia hábitos de pensamiento que sostengan esa curiosidad, sí, pero que la nutran construyendo modos de entender y de actuar sobre el mundo cada vez más rigurosos.

### Empezar temprano

Si queremos formar mentes curiosas, hay que empezar temprano. Estudios longitudinales, como el de Kumtepe, muestran que las experiencias más ricas con la ciencia en el jardín de infantes tienen impacto en el desempeño de los chicos en ciencias en el futuro, cómo los chicos van a disfrutar de las ciencias y van a aprender en el futuro.

Y ahí vamos al capítulo tres del libro, que propone un modelo para la acción, un conjunto de maneras de llevar a la práctica la formación de pensamiento científico y tecnológico en la infancia.

Una primera gran buena noticia es que sabemos bastante bien cómo hacerlo. No hay que reinventar la rueda en este sentido. Está súper estudiado qué tipo de didáctica ayuda a que se forme el pensamiento científico y tecnológico (y por suerte esto está incluido en los diseños curriculares de la Argentina y muchos países del mundo).

Pensando en cómo enseñar a los chicos, a mí me inspira mucho un autor que se llama David Perkins, educador de la Universidad de Harvard que retoma también sus recuerdos de la infancia para pensar en la enseñanza.

Perkins aprendió a jugar al béisbol con su papá. Cuenta que nunca aprendió a jugar excelentemente, siempre era medio “pata dura”, pero disfrutó

siempre de jugarlo, y hoy que ya es grande es un amateur del béisbol y disfruta mucho del deporte.

Y cuenta cómo el papá le enseñó a jugar al béisbol en una versión *junior*, simplificada, con menos bases (por ejemplo, dos bases en lugar de las cuatro del juego profesional), tirando más despacito, con menos jugadores, con una cancha más chiquita. Pero sin perder nunca el sentido del juego completo, de para qué estaba jugando, en qué consistía ese juego, qué era lo auténtico de ese juego. Y a mí esa metáfora del juego completo me inspira mucho para pensar en la enseñanza de cualquier cosa, pero en particular de las ciencias y la tecnología.

Perkins diagnostica que en la enseñanza de cualquier cosa –pero sobre todo en la enseñanza de las ciencias, que pasa un montón– hay una epidemia de “elementitis” y también de “sobre-itis”. “Elementitis” es enseñar los fragmentos de un tema, como si fueran las piezas del rompecabezas pero nunca el rompecabezas completo. En las escuelas, por ejemplo, vemos mucho que se dedican días y días a enseñar sobre cómo se llaman las partes de los sistemas del cuerpo humano, sin que los alumnos puedan entender cómo funcionan en conjunto o qué pasa cuando algo funciona mal.

La “sobre-itis” implica aprender sobre la cosa pero sin vivirla, por ejemplo, aprender sobre el rompecabezas, cómo es cada una de las piezas, cuántas piezas tiene, cuál es la imagen que se va a formar al final, pero jamás armarlo por uno mismo. Para citar un ejemplo de “sobre-itis” en la escuela primaria, y en la secundaria mucho más, los chicos aprenden un montón sobre el método científico y están días recitando sus etapas. A mí me encanta porque el método científico siempre está en el capítulo uno del libro de



texto. Los chicos describen que los científicos formulan las hipótesis, predicciones y recolectan datos, pero nunca, o casi nunca, meten las patas en el fango de hacerse una pregunta o de tomar una pregunta dada por otro y tener que romperse la cabeza para averiguar la respuesta o para resolver un problema, ni tampoco para resolver un desafío tecnológico.

Entonces, el modelo para la acción que propone el libro, y que está basado en el trabajo de muchos colegas de todo el mundo que vienen trabajado en estos temas, tiene tres grandes pilares: el primero es el aprendizaje contextualizado, eso quiere decir que el aprendizaje no venga “pelado”, que los temas que vamos a trabajar con los chicos vengan en el marco de un contexto que les dé sentido, una situación que los chicos tengan que vivir o tengan que resolver.

El segundo pilar del modelo es el trabajo con prácticas auténticas. En ciencias, estamos hablando de prácticas de indagación, de poner a los chicos en los “zapatos” de un investigador que tiene que resolver con otros un problema o responder una pregunta. Estamos hablando, naturalmente, de una pregunta acotada, dada por el docente, adaptada a la edad de los chicos, no estamos hablando de correr las fronteras de lo que sabemos de la ciencia en general. Pero sí de darles la oportunidad de vivir la “cocina” de la ciencia en carne propia.

En tecnología, nos referimos a prácticas auténticas de diseño, en las que hay un problema, donde hay algo que inventar, o hay algo que por ahí ya está inventado pero hay que mejorar al servicio de un objetivo concreto que quiero resolver.

El tercer pilar del modelo es que todo esto solo tiene sentido si, como docentes, ayudamos a los

chicos a que hagan su aprendizaje visible, a que trabajen en lo que técnicamente se llama la metacognición, es decir, hacer consciente su razonamiento: qué saben, qué no saben, dónde buscar la respuesta, qué aprendieron, qué todavía les resulta confuso, contándoles lo que aprendieron a otros, registrándolo de distintas maneras, aprendiendo a comunicar sus pensamientos desde que son muy pequeños.

Y, para ir cerrando, quiero relatarles parte de un proyecto que quiero mucho, *Prácticas inspiradoras en el Nivel Inicial*, que hicimos el año pasado en la Universidad de San Andrés, con el apoyo de la Fundación Bunge y Born, en conjunto con María Eugenia Podestá y Diana Jarvis. Diseñamos dos secuencias didácticas, para sala de cuatro y sala de cinco. La primera se llamó “Los misterios de la luz y la sombra” y la segunda, “Detectives del sonido”.

Les voy a mostrar en video un fragmento de “Detectives del sonido”, donde, a mi juicio, la maestra pone en juego las tres patas que describo en el modelo: aprendizaje contextualizado, prácticas auténticas y hacer el aprendizaje visible. Me encanta observar a esa maestra durante la experiencia y en el diálogo con los chicos, cómo repregunta, cómo se toma en serio lo que los chicos le van diciendo para repreguntar y llevarlos más allá.

Video: *Prácticas inspiradoras en el Nivel Inicial* (“Detectives del sonido”)

<http://educacion.udesa.edu.ar/ciencias/inspiradoras/sonido.html>

Este es un proyecto que hicimos en dos jardines de infantes de la Provincia de Buenos Aires, de nivel



social, socioeconómico muy diferente: uno de muchos recursos, otro que atendía a una población de chicos en situación de vulnerabilidad. Hicimos este proyecto porque sentimos que las ciencias naturales todavía son un área de vacancia en el nivel inicial y en los primeros años de la escuela primaria, es un área donde todavía hay que sembrar. Y que la posibilidad de contar con buenas secuencias y videos de cómo lucen esas actividades en la práctica pueden ayudar a generar otras oportunidades de aprendizaje para los niños.

Una de las reflexiones que me gustaría dejarles con este libro es la importancia de ese otro que acompaña, del rol docente. Muchas veces, cuando se proponen abordajes más abiertos de las ciencias naturales o de la tecnología, más experimentales, más exploratorios, pareciera que hay que dejar a los niños que descubran solos un mundo que está ahí y listo para contar sus secretos, y nada más lejos

de eso, ¿no? Ese rol del adulto que abre, propone preguntas, genera el contexto de exploración pero, además, “recoge el guante”, repregunta, ordena, sistematiza, es clave para que esos aprendizajes se produzcan.

En el último capítulo del libro van a encontrar ejemplos de los montones de proyectos que existen, por suerte, de cosas interesantes para inspirarse, así que ojalá que algunos de estos les sirvan para repensar en lo que ustedes vienen haciendo desde el lugar en el que estén y pensar nuevos caminos.

Espero haberlos inspirado (¡por lo menos a leer el libro!) y a seguir buscándole la vuelta para que esta semilla del pensamiento en ciencias y tecnología empiece a germinar fuerte en todos los jardines y escuelas primarias de nuestro país y de Latinoamérica. ¡Muchas gracias!



## REFERENCIAS

- Feynman R. *Seis piezas fáciles*. Madrid. Editorial Dakontos/Crítica, 1997.
- Gopnik A. Scientific Thinking in Young Children: Theoretical Advances, Empirical Research, and Policy Implications. *Science*, 2012; 337, 1623-1627.
- Gweon H y Shultz L. 16-Month-Olds Rationally Infer Causes of Failed Actions. *Science*, 2011; 332, 1524.
- Harlen W. *The Teaching of Science in Primary Schools*. Londres. David Fulton Publishers, 2000.
- Harlen W. *Teaching, learning and assessing science K-12*. London. SAGE Publications, 2008.
- Kuhn D. What is Scientific Thinking and How Does it Develop? En: Goswami U (ed.). *Handbook of Childhood Cognitive Development*. 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell, 2010.
- Kumtepe E, Kaya S y Kumtepe A. The Effects of Kindergarten Experiences on Children's Elementary Science Achievement. *Elementary Education Online*, 2009; 8(3), 978-987.
- Papert S. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York. Basic Books, 1980.
- Perkins D. *Making learning whole*. John Wiley & Sons, 2009.
- Sodian B, Zaitchik D y Carey S. Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 1991; 62, 753-766.



TEMA I

---

# El lugar del aprendizaje y la tecnología en la política educativa regional de la primera infancia

● *María Susana Basualdo*  
*Verona Batiuk*  
*María Dibarboure*





● El lugar del aprendizaje y la tecnología en la política educativa regional de la primera infancia

*Gabriel Gellon*

*Doctorado (PhD), Universidad de Yale*

*(Connecticut, EE.UU.)*

*Licenciado en Cs. Biológicas (UBA)*

*y profesor en la Universidad de San Andrés.*

El siguiente panel, un poco en consonancia con lo planteado por Melina acerca de la mirada curiosa, preguntona y juguetona, tiene dos instancias. Por un lado, habrá “contadores de cosas”, tres presentaciones a cargo de **María Susana Basualdo**, directora de Educación Inicial del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires,

**Verona Batiuk**, coordinadora del Área de Educación Infantil de la OEI Buenos Aires, y **María Dibarboure**, consejera del Consejo de Formación en Educación de Uruguay. Por otro lado, tendremos una ronda de preguntas a cargo de **Diego Golombek**, investigador del Conicet y director del Centro Cultural de la Ciencia.

Estas presentaciones y preguntas estarán enmarcadas siempre dentro de la temática de este panel que es el lugar del aprendizaje en la política educativa y de los esfuerzos deliberados que se hacen para implementar cosas. Seguramente vamos a ver cuestiones de qué se hace y qué no se hace respecto de lo que planteó Melina, qué se podría hacer y qué no se podría hacer al respecto. Y, finalmente, qué se debería hacer y quizá qué no se debería hacer. Y qué pasos concretos podemos tomar para llegar a esos lugares.



*María Susana Basualdo*

*Directora de Educación Inicial.*

*Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad  
de Buenos Aires.*

*Educación Digital del Nivel Inicial GCBA*

## **El lugar del aprendizaje y la tecnología en la política educativa de los jardines de infantes de la Dirección de Educación Inicial**

La educación digital es un campo de conocimiento emergente del impacto de la Revolución Tecnológica, la revolución más grande en la Historia de la Humanidad que transformó el mundo, las subjetividades y los lazos vinculantes.

La incorporación de las TIC en la planificación del Nivel Inicial ha sido imprescindible para promover la calidad educativa orientada a generar igualdad de oportunidades priorizando los sectores más desprotegidos de la población escolar.

Para que la escuela continúe construyendo subjetividades necesita reivindicar la igualdad porque solo de la igualdad básica puede emerger el reconocimiento de las diferencias.

Hacia fines de la década de 1990 algunos jardines comienzan a instalar sus primeras computadoras en las salas de 5 años. El proceso ha sido lento y con mucho esfuerzo, se fueron realizando pequeñas experiencias allí donde estaba instalado el deseo del docente de comenzar a investigar en estos temas. A partir de 2009 comenzaron a

equiparse los jardines de infantes con computadoras, especialmente en las salas de 5 años.

Esta incorporación de computadoras en las salas fue condición necesaria, pero no suficiente para iniciar un programa de educación digital. Se necesitó en paralelo una propuesta pedagógica innovadora, tan amplia como compleja.

Fue indispensable, a la vez, contar con docentes con conocimientos, con capacidad de reinventar sus prácticas, con fundamentación y deseo de recorrer caminos que aún no se habían transitado en profundidad decididos a mantener una mirada transversal a las propuestas pedagógicas existentes.

Incluir las TIC implica revisar y redefinir los modelos pedagógicos, revisar las estrategias para la construcción de saberes.

El Plan Sarmiento BA en el Nivel Inicial propone diseñar situaciones de enseñanza y aprendizaje que propicien el uso progresivo y autónomo de las TIC, como espacios de creación, comunicación y colaboración, a través de múltiples lenguajes expresivos y de representación.

Los objetivos de este plan están orientados a:

- Promover la calidad educativa con igualdad de oportunidades y posibilidades.
- Favorecer la inclusión socioeducativa otorgando prioridad a los sectores más vulnerables.
- Garantizar el acceso a la alfabetización en el marco de la cultura digital.



- Incentivar el desarrollo de competencias digitales para la integración y la participación activa en la sociedad del siglo XXI.
- Fortalecer el rol de la escuela como dinamizadora de nuevos modos de construcción de saberes.

### **En referencia a las estrategias para la inclusión**

Es fundamental que las TIC formen parte de las vivencias cotidianas de los niños, que les han de permitir nuevos modos de producción, comunicación, autonomía, juego y creatividad contribuyendo a su desarrollo personal.

La alfabetización en el siglo XXI necesita integrar las TIC en las propuestas pedagógicas, contribuyendo a la alfabetización integral de nuestros alumnos.

*¿Por qué la necesidad de alfabetizar digitalmente?*

- Porque el proceso de la alfabetización no es estático sino histórico.
- No podemos quedar anclados a la cultura letrada.
- Debemos acompañar los requerimientos sociales.

Incluir, además de leer y escribir, competencias como:

### **La multialfabetización**

- Producción de textos con diferentes soportes.

- Capacidad de búsqueda de información.

Resaltamos la cultura digital como un espacio de encuentro, en el que se concreta el proceso colaborativo.

El ciberespacio (Lévy, 2007), donde se construye y circula el saber, los contenidos que lo atraviesan y las personas que navegan por él, construye la cultura participativa y colaborativa del entorno.

El plan integral propone distintos lineamientos pedagógicos. Propone experiencias que no suponen una ruptura abrupta con prácticas tradicionales.

Sigue un proceso de transición gradual que recupera los saberes previos y los transforma con estrategias innovadoras de trabajo.

Los lineamientos proponen:

- Integrar la cultura digital.
- Hablar el lenguaje de los nuevos medios.
- Explorar nuevos modos de entender y construir la realidad.
- Aprender y jugar en entornos digitales.
- Garantizar el acceso a la igualdad de oportunidades y posibilidades.
- Transitar el presente con la mirada puesta en el futuro.

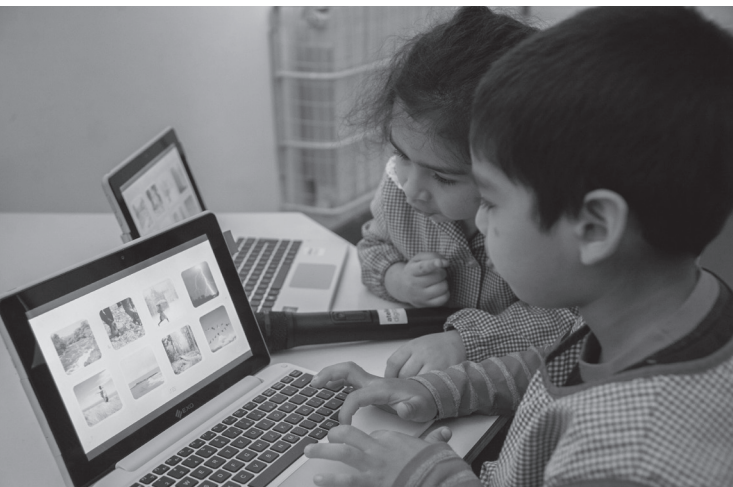


## Planificación didáctica enriquecida con TIC

Facilita el diseño y la implementación de actividades innovadoras para:

### *Que los niños integren*

La tecnología como elementos de uso cotidiano



Propuestas sensoriales enriquecidas con tecnologías digitales



### *Que los niños realicen*

Lectura de imágenes e íconos, y producción audiovisual desde diferentes soportes digitales.

Guardado y organización de la información.

Producciones, de manera individual o grupal, de forma colaborativa y creativa en entornos digitales.





Que busquen información a través de diferentes medios y soportes.

Que aprecien la producción propia y la de los compañeros.

Que registren producciones y experiencias.

### **Modalidad de trabajo**

Secuencias didácticas abiertas. Cada docente puede adaptar o reelaborar las propuestas. Actividades organizadas por salas, clasificadas por áreas como se presentan en el diseño curricular.

### **Espacios lúdicos, escenarios lúdicos e instalaciones**

#### **Espacio lúdico**

Se entiende por espacio lúdico la resignificación espacial con el objetivo de promover la exploración sensorial y dar lugar al juego como dinámica natural de aprendizaje del niño. Es un espacio de juego planificado y dispuesto por el/la docente, co-construido con el recorrido y la apropiación libre de los niños.

#### **Escenarios lúdicos**

Es una variante del espacio lúdico, dispuesto por el docente o creado por los niños para una propuesta de dramatización. Los escenarios pueden ser realizados a partir de videos, fotografías, sonidos y música, junto con intervenciones digitales y *mashup*, que es una forma de integración y reutilización de diversos elementos multimedia con la intención de crear una nueva producción. También es posible la

inclusión de materiales concretos, estructurados y no estructurados.

### **Instalaciones**

Cuando el espacio realizado junto a los niños se piensa desde una intención artística, se ingresa al ámbito de la instalación.

### **Experiencias compartidas**

Dentro de los diversos proyectos que abordan la comunicación se propone generar un espacio común de encuentro y socialización entre las salas del mismo jardín o de otra institución. Estos espacios digitales permiten compartir proyectos, producciones realizadas e intercambiar experiencias a través de dinámicas sincrónicas y asincrónicas.

### **Propuestas para niños a partir de 45 días**

#### **Introducción al mundo sonoro**

Grabar y escuchar sonidos del entorno o producidos por los niños

#### **Recorridos a upa**

“El espacio afectivo de los brazos es un buen lugar para mirar el mundo y acompañar al bebé a descubrir belleza en las imágenes artísticas”.

La propuesta consiste en la observación de imágenes artísticas o del entorno natural, fijas o en movimiento, con el objetivo de ampliar el campo perceptual de los niños, y propiciar el paulatino



desarrollo de una mirada estética. Se pueden incorporar audios asociados a esas imágenes.

### ***Expresión corporal y gestual***

Se propone utilizar la cámara web con los niños, de manera que puedan verse y reconocerse en la pantalla, dando lugar a la copia y la imitación de sus movimientos y gestos.

### ***Observación de imágenes***

La observación de imágenes estimula la comunicación verbal, incentivando el desarrollo del lenguaje en sus tres dimensiones: semántico, sintáctico y fonético.

Se promueve la articulación con los proyectos, las unidades didácticas y los intereses de los niños. La observación y la lectura de imágenes fomentan la expresión verbal del niño, a través de preguntas.

### ***Planificación de la jornada***

El docente puede realizar una presentación de diapositivas, seleccionando imágenes que representen los distintos momentos de la jornada.

Grabación del álbum musical de la sala.

El docente puede convocar a las familias a compartir una actividad musical, donde se invite a cantar y ejecutar instrumentos junto a los niños.

### ***Proyectos de arte***

En el marco del abordaje de los lenguajes expresivos, se busca propiciar la autonomía y el protagonismo de los niños.

### ***Lectura de imágenes***

Elaboración de sus propias creaciones. Intervención en las obras que observaron.

### ***Conocimiento del cuerpo***

El docente puede buscar en internet imágenes de personas, así como fotografiar a los niños, para luego observar, diferenciar y caracterizar las distintas partes del cuerpo y los rasgos distintivos.

También resulta interesante que el docente realice una selección de videos de personas en acción, para trabajar en expresión corporal. Otra alternativa es que el docente filme a los niños realizando diversas secuencias de movimientos para que ellos puedan verse e imitarse.

### ***Creación del espacio TIC***

Se propone como un lugar específico dentro de la sala para promover un acercamiento autónomo por parte de los alumnos a los recursos tecnológicos. Búsqueda y almacenamiento de información de texto, fotografías, videos. Registro y socialización de vivencias compartidas.

### ***Organización virtual***

A fin de promover el uso autónomo de la computadora por parte de los niños, es importante que en el escritorio se encuentren visibles y claramente identificados los accesos directos a las aplicaciones y carpetas que el docente considere significativas para que estén disponibles.

Para organizar la información en la computadora, se aconseja crear una carpeta propia de la sala,



identificada con su nombre. Se propone organizar los materiales digitales en distintas carpetas, entre ellas:

- Mis imágenes
- Mis videos
- Mis grabaciones
- Mis palabras
- Mi música

Para que los niños puedan identificar con facilidad estas carpetas, se sugiere que los nombres se escriban en mayúscula, promoviendo así la anticipación lectora y la lectura icónica.

### ***Disposición del equipamiento***

- Computadora en un espacio que permita trabajar en forma grupal, a una altura cómoda.
- Incorporar TIC como cámaras, micrófonos, etcétera.
- Incorporar recursos materiales como carteles con los nombres de los niños, con palabras y fotografías, lápices, marcadores y crayones, hojas en blanco, etc., articulando diferentes soportes de escritura y creación.

### ***Dinámica de trabajo***

Los niños trabajan en el espacio TIC en grupo total o en pequeños grupos, de manera que puedan interactuar, socializar y compartir actividades.

### ***Actividades cotidianas***

El docente puede incorporar las TIC para el registro de las rutinas diarias, por medio de la utilización de pictogramas digitales con imágenes claras y específicas que permitan:

- El registro de asistencia.
- El registro climático.
- El calendario.
- La planificación de la jornada.

### ***Elaboración y realización de entrevistas***

Para indagar el ambiente, los niños obtienen información al realizar entrevistas o encuestas. Para enriquecer los aprendizajes, se puede incorporar las videollamadas a distintos informantes. Se propone que el docente seleccione al entrevistado/informante que sea pertinente para obtener la información relacionada con los contenidos a abordar.

### ***Proyecto de huerta***

Para enriquecer la propuesta de la huerta, se propone incorporar las TIC para realizar un registro del crecimiento de la/s planta/s por medio de presentaciones digitales y registros audiovisuales temporalizados. En ese registro se pueden incluir fotos tomadas del proceso de crecimiento.

Desarrollo de una mirada crítica y creativa en relación con las expresiones artísticas, propias y ajenas. De esta manera, se ofrecen diversas



posibilidades de expresión en diferentes soportes, dando lugar a nuevas experiencias de percepción e interacción.

### **Intervención de retratos**

Se propone la intervención de las fotografías de los rostros de los niños. Estas imágenes se pueden editar agregando accesorios, rasgos distintivos y disfraces. La propuesta del trabajo con retratos se elabora desde el conocimiento de uno mismo y de los otros, desde la expresión gestual y teniendo en consideración la perspectiva artística. Además, esta actividad propicia el respeto por las expresiones artísticas propias y las de sus pares.

### **Fotografía digital**

“Los niños y las niñas emplean la fotografía como registro o reflejo de la realidad, como construcción de realidades ‘nuevas’ y también como huella, como rastro de un suceso”.

Para fotografiar o publicar imágenes de los alumnos, previamente es necesario solicitar a los padres, responsables o tutores el consentimiento por escrito para la obtención y la utilización pedagógica las imágenes de los niños (ley 25.326 de protección de datos personales).<sup>1</sup>

### **Producción de textos digitales**

Dentro del área de Prácticas del lenguaje se propone realizar textos digitales con el objetivo de acercar a los niños a diferentes formas de representación.

Diferentes propuestas de creación textual:

- Recetas, fotonovelas, cuentos.
- Producciones literarias mediante la técnica de animación cuadro por cuadro.

### **Proyecto de biblioteca**

Este proyecto promueve el uso de recursos TIC en la biblioteca del jardín o de la sala. Al trabajar la biblioteca circulante, se propone llevar, junto a los niños, un registro digital utilizando el procesador de texto. Además, se pueden producir y personalizar carnets con la utilización de graficadores infantiles, que podrán emplear para retirar y devolver los libros en préstamos.

### **Producción de juegos interactivos**

El docente podrá realizar rompecabezas virtuales con distintas imágenes (icónicas y fotográficas) de acuerdo con el proyecto que se esté abordando en la sala. También se pueden utilizar fotografías de los rostros de los niños, de sus producciones bidimensionales y tridimensionales, o los *collages* digitales que hayan realizado con distintos graficadores infantiles.

### **Actividades complementarias**

#### **Registro de procesos de aprendizaje**

El docente invita a los niños a registrar momentos significativos de las actividades diarias realizadas, mediante fotos, audios, textos o videos, con

<sup>1</sup> Augustoswsky G. El arte en la enseñanza. Buenos Aires. Editorial Paidós, 2012, pág. 68.



la intención de que puedan recordar, enriquecer y reelaborar las propuestas. Luego se puede construir de manera conjunta una cartelera digital o bitácora, que permita un registro cotidiano de las tareas realizadas.

***Experiencia con TIC (tecnología de la información y la comunicación) Programa Medios en la Escuela***

Pensado en el Nivel Inicial, este proyecto tiene un doble objetivo: desarrollar la comprensión y la apreciación por parte de los alumnos y lograr su participación como productores de cultura.

***Desde el decir de Charles Baudelaire, quien atraviesa una experiencia mira al mundo en***

***apertura, en disponibilidad para recibir al otro, lo valioso no es la actividad en sí, sino que el niño atraviese una experiencia que le permita investigar, transformar, crear, producir nuevos conocimientos.***

La experiencia es aquello que nos pasa, produce alteridad, desestabiliza. Cuando esto acontece, emergen nuevas preguntas que requieren una apertura, una capacidad de ser afectados y transformados.

La educación digital produce en el niño una experiencia, toda experiencia deja huellas y son esas huellas las que han de ir construyendo y transformando la subjetividad del niño.



*Verona Batiuk*

*Coordinadora del Área de Educación Infantil*

*OEI Buenos Aires*

En este escrito presentaré algunas ideas en torno a las políticas de enseñanza destinadas a los niños pequeños, tomando como referencia la franja etaria 3 a 8 años que es la que Melina Furman define para las propuestas presentadas en su libro sobre pensamiento científico y tecnológico.

Agradezco a la Fundación Santillana y a la OEI por brindarme la posibilidad de participar en este espacio, destaco la calidad del escrito de Melina y celebro la posibilidad de generar intercambios y debates relacionados con la educación de los más pequeños.

Realizaré humildes comentarios para favorecer el diálogo entre los hombres y las mujeres de la ciencia y los especialistas en educación, especialmente entre quienes tenemos responsabilidades en la gestión, la cooperación y la política educativa.

Mis comentarios se basan en la especial preocupación sobre la enseñanza como política pública y en la construcción de alternativas y estrategias para mejorar las oportunidades educativas de los niños pequeños, en particular para aquellos que viven en situación de pobreza. Estos son los pilares que sostienen el trabajo que venimos desarrollando en Educación Infantil en la OEI con el principal apoyo de UNICEF en el marco de convenios de cooperación

con diversos Ministerios de Educación provinciales de la Argentina en los últimos años.<sup>1</sup>

Los comentarios, reflexiones y preguntas que voy a plantear aquí están definidos en esa clave, con una visión general del sistema educativo argentino y una mirada particular sobre la educación infantil.

Lo primero que quiero destacar son dos rasgos por demás conocidos que caracterizan al sistema educativo argentino y la región en general: la baja calidad educativa y la desigualdad.

Según los resultados del Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE, 2013), cuya prueba es administrada por el Laboratorio de Evaluación de la Calidad de la Educativa (LECE) de la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de OREALC/UNESCO,<sup>2</sup> en el promedio de la región:

- el 40% de los alumnos tiene desempeño bajo en ciencias en 6.º grado;
- el 40% de los alumnos tiene desempeño bajo en lectura en 3.º grado y el 20% en 6.º grado, y
- el 47% de los alumnos tiene desempeño bajo en 3.º y 6.º grados en Matemática.

<sup>1</sup> Los proyectos para la mejora de la calidad de la educación inicial implementados entre 2008 y 2016 tuvieron el siguiente alcance: 6 provincias (Buenos Aires, Formosa, Chaco, Misiones, Corrientes y Salta), 20.020 alumnos, 1.235 maestros y preceptores, y 222 directivos. En 2017 se inició un nuevo proyecto bianual en la provincia de Chaco, producto de un convenio de cooperación entre UNICEF Argentina, el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología provincial, y OEI destinado a docentes y supervisoras del nivel inicial del ámbito rural, que alcanzará en 2018 una cobertura de 315 instituciones y más de 2.500 niños.

<sup>2</sup> En: <http://www.unesco.org/new/es/santiago/education/education-assessment/third-regional-comparative-and-explanatory-study-terce/> (consultado el 22/3/2017).



Los resultados para la Argentina muestran que:

- el 40% de los alumnos de 6.º tiene niveles de desempeño bajo en ciencias (TERCE) y que
- la brecha en Matemática según PISA es de 70 puntos, lo que equivale a dos años de escolaridad.

Ahora bien, ¿cuál es la situación en el Nivel Inicial? Varios estudios disponibles contribuyen a la caracterización de un diagnóstico sobre este nivel, pero antes de avanzar sobre este tema quiero referirme a la segunda cuestión que me interesa plantear.

Cada ciclo y nivel educativo tiene singularidades ligadas a la etapa vital de los niños y a las prioridades en materia de aprendizajes que han de situarse como foco de las políticas de enseñanza en las que deben concentrarse los esfuerzos de nuestros Estados.

Para el primer ciclo del nivel primario, el mandato principal está ligado a la alfabetización inicial: en esos primeros años la misión pedagógica principal es lograr que los niños aprendan a leer y escribir de manera autónoma desarrollando sus capacidades de comunicación. Esto se evidencia también en lo que se evalúa en las pruebas internacionales. La capacidad de comprensión lectora, que es fundamental para que los niños puedan conocer, a través de la lectura, sobre infinidad de aspectos del mundo: las ciencias, las artes, las relaciones y organizaciones sociales. En general, las pruebas internacionales analizan los aprendizajes de los niños en relación con las ciencias a partir del segundo ciclo en adelante.

En lo que respecta a la franja etaria de los más pequeños (3 a 5 años) las preguntas que reconocemos importantes para plantear son: ¿qué consideramos identitario de la educación infantil por la etapa vital que atraviesan los niños? Por tanto, ¿qué prioridades curriculares han de atender las políticas de enseñanza para garantizar oportunidades educativas fundamentales para los niños pequeños?

En este punto me pondré en cierta tensión con el planteo del libro, porque, según desarrollos de la bibliografía especializada sobre la primera infancia y también según lo que establecen nuestras normas nacionales –como la Ley de Educación Nacional–, un tema central para el aprendizaje infantil es el juego. Y otro tema central, que se articula con los mandatos del primer ciclo en particular, es el desarrollo lingüístico, la alfabetización temprana.

### El juego

El juego es identificado como una prioridad en tanto se lo define como:

- la principal experiencia de aprendizaje infantil;
- contenido social y cultural;
- contenido escolar;
- aspecto estratégico para evaluar la calidad de la educación infantil.

En tanto experiencia de aprendizaje, las investigaciones señalan, por ejemplo, que jugar les permite a los niños mantener en mente las reglas y los objetivos del juego; recuperar información de



diversos campos de conocimiento social, natural, etc.; establecer relaciones y combinaciones; pensar acerca de las acciones en las reflexiones posteriores al juego; centrarse en la tarea; anticipar resultados; identificar y resolver problemas; planificar acciones; negociar con otros (ponerse de acuerdo y compartir valoraciones, percepciones, emociones sobre sí, los otros y las cosas), y construir un grado de confianza cada vez mayor que contribuye a su autoestima (Valiño G., 2006 y Sarlé P., 2008).

El juego es, a su vez, un contenido social y cultural. Diversos informes existentes (Tuñón I., 2014 y OMEP, 2016) señalan que las condiciones de pobreza impactan negativamente en las oportunidades de juego por la escasez de materiales para ello, la limitación de espacios en las viviendas, la inaccesibilidad a plazas u otros espacios públicos similares, e incluso por la poca práctica de juegos como parte de la vida familiar cuando el juego no está integrado a las prácticas de crianza y los adultos conocen pocos juegos. Es posible afirmar, entonces, que para muchos niños el derecho al juego está vulnerado por estas múltiples variables.

En tanto contenido escolar, la Ley de Educación Nacional (26.206) lo define como un contenido central<sup>3</sup> y motor fundamental del desarrollo integral en la infancia temprana:

“Promover el juego como contenido de alto valor cultural para el desarrollo cognitivo, afectivo, ético, estético, motor y social”. (Art. 20, LEN).

Estas definiciones normativas fueron acompañadas por políticas nacionales de dotación de

ludotecas y de promoción de su uso en las instituciones escolares en los últimos años (Valiño, 2005; Sarlé, 2011), pero hay distintos estudios que muestran que el juego no ocupa un lugar destacado en las propuestas de enseñanza cotidianas en las escuelas. Un trabajo pionero y notorio es la investigación de Patricia Sarlé<sup>4</sup> (2006), que comparó jardines de infantes de la Ciudad de Buenos Aires y de Santiago de Chile:

*“- Las actividades que involucran el aprendizaje de actitudes y facilitan la adaptación al ambiente de clase a partir de la enseñanza de habilidades tales como compartir, escuchar, ordenar y seguir la rutina de la clase ocupan cerca del 50% del tiempo escolar.*

*-Las actividades vinculadas con ejes o áreas disciplinares representan el 30% de las situaciones de enseñanza.*

*-Las actividades vinculadas con el juego alcanzan el 20% del tiempo escolar. En este estudio, resulta significativo también qué tipo de juegos involucra el 20% del tiempo asignado. Aquí las cifras resultan menos alentadoras ya que muestran que solo el 7% del tiempo de juego está vinculado con propuestas lúdicas para enseñar contenidos. El resto del tiempo refiere a juegos espontáneos en la sala o en el patio” (Sarlé, Sáenz y Pastorino, 2010:23).*

En un estudio más reciente que publicamos OEI y UNICEF (Batiuk y Coria, 2015), que tuvo una cobertura de 5 provincias (Chaco, Misiones, Formosa, Corrientes y Buenos Aires), en el que realizamos

<sup>3</sup> Un trabajo altamente recomendable que aborda la perspectiva del juego como contenido es el de Rodríguez Sáenz I, 2010

<sup>4</sup> Los resultados de esta investigación se publicaron en Sarlé P. *Enseñar el juego y jugar la enseñanza*. Buenos Aires. Paidós, 2006.



observaciones en 67 escuelas (de diversos tipos institucionales)<sup>5</sup> y entrevistamos 445 docentes,<sup>6</sup> identificamos que, aunque el tiempo dedicado al juego oscila entre el 22% y el 33% de la jornada escolar,<sup>7</sup>

“de las situaciones de juego observadas (22%) la gran mayoría (70%) fueron juego libre en el patio o en rincones, en las que los docentes tienen una intervención altamente marginal. Sin embargo, la mitad de los maestros expresa desacuerdo acerca de que mientras los chicos juegan no se requiere la intervención del maestro, lo que implica que la consideran necesaria. Esta es una de las contradicciones que expresan los problemas que presenta la dicotomía entre el juego espontáneo y el juego orientado por el maestro ya que, desde el mandato escolar, han de brindarse experiencias que nutran el juego de los niños”.

Muchos autores señalan también que es un aspecto estratégico para evaluar la calidad de la educación infantil, es decir que para poder definir si una propuesta educativa para el nivel inicial es de

calidad, es indispensable analizar qué lugar ocupa el juego.

Sarlé señala que el juego se basa en la experiencia: uno solo puede jugar a lo que conoce, no juega a lo desconocido. Melina en su presentación mencionó que una de las ventajas que tiene el nivel inicial, que luego se pierde a lo largo de la escolaridad, es que en general se realizan presentaciones holísticas de los contenidos, por ejemplo, a través de proyectos. No siempre se reconoce un recorte por área de conocimiento. Pero eso sucede en lo mejor de los casos, en los mejores jardines, en las mejores salas. El nivel inicial cuenta con la ventaja de no tener que seguir un programa específico, por lo que si un docente le plantea a sus alumnos investigar acerca de los dinosaurios, el espacio, la vida en el bosque o la vida en el mar, puede hacerlo. En este nivel hay más margen de libertad curricular para plantear recortes temáticos que incluyan aspectos del mundo natural, del mundo social de la literatura o las artes.

Lo que nosotros queremos subrayar es que cualquiera de esos recortes, o más bien todos ellos, se presenten siempre de manera articulada con el juego. Lo que consideramos fundamental es que si los niños conocen acerca del espacio, de los astronautas y o de la gente que se dedica a estudiar el espacio, tengan a su vez oportunidades de jugar juego dramático asumiendo esos roles, tengan oportunidades de jugar juegos de construcción, construyendo un cohete para “viajar” en él.<sup>8</sup>

<sup>5</sup> En la provincia de Buenos Aires se incluyeron jardines de infantes con salas de 3, 4 y 5 años con equipo directivo, maestras, preceptoras y profesores de Educación física y Música, y seis jardines de islas con similar planta funcional. En Chaco, jardines con salas de 5 y en menor medida de 4. En Misiones todas fueron escuelas primarias con salas de nivel inicial anexas (de 5 años y en menor medida multiedad de 4 y 5 años), cuyas maestras se encuentran bajo la dirección pedagógica de la conducción de primaria. En Formosa y Corrientes las instituciones contaban con tres tipos de oferta: a) jardines (con matrícula de 3 años y de salas multiedad, o sin ellas); b) salas anexas a escuelas primarias, y c) jardines de infantes nucleados (con directora –y en algunos casos con vicedirectora– y un grupo de maestras que se desempeñan en salas localizadas en diversas escuelas primarias). La singularidad de los JIN es que la gestión pedagógica y administrativa está a cargo de personal titulado de NI. En: <http://oei.org.ar/new/areas-de-cooperacion/educacion-infantil/>.

<sup>6</sup> Además de encuestar a 61 directores y 384 maestros, se realizaron entrevistas a 67 directores.

<sup>7</sup> Las diferencias dependen de la extensión de la jornada escolar, ya que en provincia de Buenos Aires es de cuatro horas diarias en tanto que en el resto de las provincias analizadas es de entre tres horas y tres horas y treinta minutos.

<sup>8</sup> Pueden consultarse las propuestas de enseñanza diseñadas en esta línea en las publicaciones que componen la serie El juego en el Nivel Inicial. Propuestas de enseñanza, cuyas autoras son Sarlé, Rodríguez Sáenz y Pastorino. Disponibles en: <http://oei.org.ar/new/areas-de-cooperacion/educacion-infantil/>.



Según el mandato curricular federal vigente:

*“La escuela ofrecerá situaciones de enseñanza que promuevan en los alumnos y alumnas:*

*[...] El disfrute de las posibilidades del juego y de elegir diferentes objetos, materiales, ideas para enriquecerlo en situaciones de enseñanza o en iniciativas propias.*

*La participación en diferentes formatos de juegos: simbólico o dramático, tradicionales, propios del lugar, de construcción, matemáticos, del lenguaje y otros”. (Núcleos de Aprendizaje Prioritarios para el Nivel Inicial, pág. 17).*

Pero aunque se trate de aprendizajes prioritarios definidos para todos los niños del país sin importar su lugar de residencia o situación social de origen, en muchas instituciones aún es un desafío pendiente garantizar propuestas de enseñanza regulares de juego que se articulen con contenidos de otras áreas curriculares.

Consideramos fundamental que una propuesta pedagógica para el nivel inicial garantice la alternancia entre experiencias directas (como visitas o salidas, observaciones) y de indagación de diversas fuentes (lectura del maestro de textos informativos, literarios, instructivos, apreciación de obras de arte, etc.) con experiencias de juego propiamente dichas.

Cuando los niños conocen acerca del mundo, a través de experiencias directas, de los medios de comunicación, siempre juegan a aquello que conocen: asumirán roles de superhéroes, princesas, exploradores u otros roles sociales de su entorno familiar y comunitario (madre, padre, vendedor,

colectivo, maestro) porque las experiencias de juego son una vía fundamental para construir saberes sobre el mundo.

### **La alfabetización temprana**

Otra cuestión destacada en el mandato educativo del nivel inicial es la promoción del desarrollo lingüístico. Las investigaciones muestran que un niño a los seis años puede tener una disponibilidad de vocabulario de entre 6.000 y 14.000 palabras. Esa diferencia se explica por el clima educativo del hogar; sencillamente, quienes tienen mejores y más recursos, tienen más posibilidades de aprender un vocabulario extenso y variado, y estarán mejor preparados para llevar con éxito su formación en el primero y el segundo ciclos del primario (Rosemberg y otras, 2010).

Ahora bien, cuando existe la posibilidad de asistir al nivel inicial, las oportunidades de los niños de sectores vulnerables se acrecientan notoriamente siempre que en las instituciones educativas se garanticen propuestas de enseñanza de calidad.

Cuando se plantea que la escuela, el jardín de infantes, el nivel inicial ayuden a incrementar las expresiones y el vocabulario de los niños, tampoco se lo hace en vacío. Los temas que se abordan en el libro de Melina pueden ser vías muy interesantes para conocer diversos aspectos del mundo. Pero la mirada sobre los aspectos específicos de la alfabetización temprana han de estar presentes en la planificación y el diseño de propuestas de enseñanza cotidianas para los niños pequeños en el jardín.<sup>9</sup> Para ello se propiciará cierto tipo de

<sup>9</sup> Para conocer las propuestas de enseñanza sobre alfabetización temprana puede consultarse la serie La alfabetización temprana en el Nivel Inicial. Propuestas de enseñanza, disponible en: <http://oei.org.ar/>



intercambios. Según Rosemberg y otras investigadoras:

Todo intercambio en el aula puede ser un ámbito de calidad que promueve el desarrollo del lenguaje de los niños cuando:

- la maestra se esfuerza por entender lo que el niño dice;
- sin corregir de modo explícito su intervención, le proporciona palabras que aluden de un modo más preciso a aquello a lo que el pequeño hace referencia;
- integra la información proporcionada por el niño en frases sintácticamente bien formadas.
- A través de estas estrategias, la maestra ayuda al niño a expresar su intención comunicativa en términos lingüísticos.<sup>10</sup>

Asimismo muchos investigadores destacan que el lenguaje y el juego tienen una relación de influencia mutua. El lenguaje sostiene la representación de experiencias en el marco del juego, contribuye a crear la trama y la estructura del juego, lo que se evidencia a través de los guiones que los niños despliegan, sus argumentaciones y apreciaciones.

El lenguaje y el juego tienen una relación bidireccional, de influencia mutua; se potencian entre

---

[new/areas-de-cooperacion/educacion-infantil/](#)

<sup>10</sup> Rosemberg et al. *El desarrollo del lenguaje y el desarrollo cognitivo en el jardín de infantes*. Programa de promoción del desarrollo lingüístico y cognitivo para los jardines de infantes de la provincia de Entre Ríos. Módulo 1. Consejo General de Educación, Gobierno de Entre Ríos y Fundación ARCOR, pág. 4.

sí. Por una parte, en su carácter de principal instrumento de pensamiento para categorizar experiencias (Nelson, 1996) se presta, por medio de la comunicación selectiva de significados, a la representación y la recreación de estas en el marco del juego. El lenguaje se entrelaza con las acciones de los participantes y contribuye a crear la estructura y la trama del juego. Permite que este se despliegue y se sostenga en el tiempo. Por otra parte, al jugar se aclaran las representaciones que subyacen a esta actividad y se promueven distintos aspectos del desarrollo lingüístico y discursivo de los niños. De este modo, el juego se torna una situación de enseñanza informal en la que se aprende lenguaje. (Rosemberg, 2008).<sup>11</sup>

### ***Científicos y tecnólogos desde la cuna<sup>12</sup>***

Quiero hacer una mención específica acerca de la construcción de conocimientos de los niños en la primera infancia recuperando otro de los mandatos de la LEN. Se trata de un aspecto fundamental que se aborda en el libro sobre el que trabajamos en los proyectos de mejora escolar. Según la LEN uno de los objetivos de la Educación Inicial es:

c) Desarrollar la capacidad creativa y el placer por el conocimiento en las experiencias de aprendizaje.

En su libro, Melina plantea que:

*“Varios estudios llevados a cabo en los últimos años muestran a las claras que algunos rudimentos*

---

<sup>11</sup> Rosemberg C. El lenguaje y el juego en la educación infantil. En Sarlé P (coord.). *Enseñar en clave de juego. Enlazando juegos y contenidos*. Buenos Aires. Noveduc, 2008.

<sup>12</sup> El contenido de este apartado no pudo abordarse en la mesa.



*del pensamiento científico ya están presentes desde que somos pequeños. Por eso, ciertos investigadores argumentaron que somos 'científicos desde la cuna'". (Furman M, 2016).*

La escuela puede abordar y potenciar estas capacidades probadas, tan directamente emparentadas con el pensamiento científico: hacerse preguntas sobre fenómenos del mundo natural o sobre pautas y organizaciones sociales, construir de manera imaginativa posibles explicaciones, discutir las con otros, analizar evidencia que dé respaldo a sus argumentos.

También es cierto que:

*"Si bien los niños de temprana edad tienen la capacidad de sacar conclusiones a partir de evidencia, las investigaciones muestran también que tienen un sesgo fuerte hacia interpretar las evidencias en función de sus teorías iniciales, y obtienen conclusiones basadas en evidencia incompleta o no concluyente, o ignoran directamente aquellos resultados que les parecen sorprendentes (Metz, 2004)". (Furman M, 2016, p. 38).*

Parte central del planteo del libro es consolidar este tipo de pensamiento, ya que "requiere una considerable cantidad de ejercitación y práctica a lo largo de varios años" (Furman M, 2016, p. 28).

Pero las investigaciones muestran que:

*"Cuando los niños llegan al jardín de infantes y a los primeros años de la escuela primaria, traen consigo un conjunto de saberes y capacidades muy ricos, que brindan a los educadores una plataforma*

*única para seguir avanzando en la construcción de la mirada científica del mundo". (Furman M, p. 34).*

Precisamente por eso, y teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones mencionados al principio, considero necesario realizar una invitación a quienes se dedican a los temas de la enseñanza de la ciencia por concentrar sus esfuerzos en el segundo ciclo de la escolaridad primaria. Porque en ese tramo, según las últimas evaluaciones nacionales, el 42% de los niños cuenta con un desempeño bajo en esta área (ONE, 2013) y esa proporción no ha variado respecto de la prueba anterior (44,5%, ONE, 2010).<sup>13</sup>

Para la primera infancia bastará con dar tiempos y condiciones para que los niños sigan haciéndose buenas preguntas sobre el mundo, no necesariamente con conocer o construir las respuestas correctas.

## En resumen

Nuestro planteo se centra, entonces, en primer lugar, en esclarecer las prioridades de cada ciclo y nivel sobre la base de las características singulares de la etapa vital que viven los niños y los mandatos curriculares vigentes. En segundo lugar, en considerar el estado de situación de esas prioridades en el sistema educativo en función de los diagnósticos disponibles: vía resultados de investigación, evaluaciones nacionales e internacionales. En tercer lugar, en concentrar nuestros esfuerzos en el diseño y la

<sup>13</sup> Operativo Nacional de Evaluación (ONE). En: <http://portales.educacion.gov.ar/diniece/wp-content/blogs.dir/37/files/2015/07/INFORME-DE-RESULTADOS-PRIMARIA-ONE-2013.pdf> (consultado el 21/3/2017).

Aunque el Ministerio de Educación Nacional ha implementado un Operativo Nacional en 2016, cuyos resultados se publicaron en marzo de 2017, las áreas evaluadas para 6.º grado de primaria fueron solo Lengua y Matemática, por lo que no podemos ofrecer datos más recientes sobre Ciencias naturales.



implementación de propuestas de enseñanza que garanticen oportunidades educativas para todos los niños, en particular para quienes se encuentran en situación de vulnerabilidad social. De este modo, podremos avanzar en la superación de las debilidades actuales: la baja calidad y la desigualdad educativa.

Es importante que en países como el nuestro, donde se registran importantes deudas sociales y los recursos resultan escasos, las políticas se concentren en cuestiones que van a hacer una diferencia en la formación de niños estableciendo prioridades, sin perder de vista lo singular de cada ciclo y nivel.

En definitiva, para la Educación Inicial sostenemos que ha de garantizarse:

- una aproximación al mundo que no esté regida por las áreas de conocimiento;
- que se base en el juego, promoviendo experiencias de distintos tipos de juegos, cada uno de los cuales potencian singulares aprendizajes y capacidades;
- que potencie la curiosidad y el placer por aprender;
- que apoye y potencie el desarrollo lingüístico y cognitivo a través de sólidas propuestas de alfabetización temprana, que construyan bases fuertes para la alfabetización posterior.

Esta propuesta ha de articularse tanto con los contenidos del mundo natural como con los del mundo social o de las artes, pero con una mirada

atenta sobre la singularidad y la riqueza de la primera infancia orientada a la construcción progresiva de más y mejor educación para los más pequeños.

## BIBLIOGRAFÍA Y NORMAS

Batiuk V. *Las oportunidades educativas en el nivel inicial en Argentina*. OEI-Unicef. Buenos Aires, 2015. Disponible en: [https://www.unicef.org/argentina/spanish/EDUCACION\\_Las\\_oportunidades\\_\\_educativas\\_nivelinicial\\_UNICEF\\_OEI.pdf](https://www.unicef.org/argentina/spanish/EDUCACION_Las_oportunidades__educativas_nivelinicial_UNICEF_OEI.pdf).

OMEP (2016) *Proyecto Mundial de OMEP Juego y Resiliencia. Nota Conceptual*.

Rosemberg C, Silva ML y Borzone AM. Módulo 1: El desarrollo del lenguaje y el desarrollo cognitivo en el jardín de infantes. *Programa de promoción del desarrollo lingüístico y cognitivo para los jardines de infantes de la provincia de Entre Ríos*. Disponible en: <http://www.entrierios.gov.ar/CGE/2010/inicial/files/2012/05/Módulo-1-El-desarrollo-del-lenguaje-y-el-desarrollo-cognitivo-en-el-Jard%C3%ADn-de-Infantes.pdf>.

Rosemberg C y Stein A. *Guía N.º 1: Leer cuentos y jugar con cuentos. Historias de niños, princesas, caballeros, ogros y brujas. Guía N.º 2: Juegos con palabras y conceptos para promover el aprendizaje de vocabulario. Guía N.º 3: Juegos con sonidos, rimas, letras y poesías para el aprendizaje del sistema de escritura. Guía N.º 4: Leer cuentos y jugar con cuentos. Historias de animales*. Serie: La alfabetización temprana en el Nivel Inicial. Buenos Aires. OEI-UNICEF, 2015.



- Rodríguez Sáenz I. El juego como contenido. En: Sarlé P (coord.) *Lo importante es jugar. Cómo entra el juego en la escuela*. Buenos Aires. Homo Sapiens, 2010.
- Sarlé P. *Juego y Educación Inicial*. Buenos Aires. Ministerio de Educación de la Nación, 2011. Disponible en: <http://repositorio.educacion.gov.ar/dspace/handle/123456789/97021>.
- Sarlé P. El juego como espacio cultural, imaginario y didáctico. En: revista *Infancias-imágenes*, 2011; vol. 10, N.º 2, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Disponible en: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/infancias/article/view/4451/6192> (consultado el 10/9/2014).
- Sarlé P, Rodríguez Sáenz I, Rodríguez E, Batiuk V (coord.). N.º 1: *Fundamentos y reflexiones en torno a su enseñanza*. N.º 2: *Juego de construcción. Casas, cuevas y nidos*. N.º 3: *Juego dramático. Hadas, brujas y duendes*. N.º 4: *Juego con reglas convencionales. Un álbum de juegos*. N.º 5: *Juego y espacio. Ambiente escolar, ambiente de aprendizaje*. N.º 6: *Juego de construcción. Caminos, puentes y túneles*. N.º 7: *Juego dramático. Princesas príncipes, caballeros y castillos*. N.º 8: *Juegos con reglas convencionales. ¡Así me gusta a mí!* Serie: El juego en el Nivel Inicial. Propuestas de Enseñanza, 2010. Disponibles en: <http://oei.org.ar/new/areas-de-cooperacion/educacion-infantil/>.
- Sarlé P. *Enseñar el juego y jugar la enseñanza*. Buenos Aires. Paidós, 2006.
- Tuñón I. (2014). "Derecho al juego. Entre el tiempo escolar, los amigos y el espacio público". Barómetro de la Deuda Social de la Infancia. Boletín N° 1, 2014. ISSN: 1853-6204.
- Valiño G. Ponencia y debate: *El juego en la infancia y en el nivel inicial*. Ministerio de Educación de la Nación. Encuentro regional de Educación Inicial, 2005. Disponible en: [http://www.me.gov.ar/curriform/publica/inicial\\_valinio.pdf](http://www.me.gov.ar/curriform/publica/inicial_valinio.pdf).
- Valiño, G. *Trayecto Formativo: Una aproximación a la problemática del Nivel Inicial*. Misiones, 2006.

## Normas

Ley Federal de Educación

Ley de Educación Nacional

Ley de Financiamiento Educativo

Núcleos de Aprendizaje Prioritarios del Nivel Inicial

<http://oei.org.ar/new/areas-de-cooperacion/educacion-infantil/>



María Dibarboure

Consejera del Consejo de Formación en Educación,  
Uruguay

*El texto es la transcripción escrita de lo manifestado oralmente por la expositora, con algunas correcciones de forma para su mejor comprensión.*

Al comenzar queremos agradecer la invitación para participar en este foro a la Fundación Santillana, a la OEI, a Nilda y a Romina –que han estado conectándose con nosotros en estos días–, y muy especialmente a Melina, con quien hemos tenido la suerte y el gusto de vivir experiencias educativas interesantes.

Compartimos con Melina la manera de pensar respecto a cómo encarar las ciencias naturales en general y en la escuela en particular.

Lo que nos convoca hoy es motivo de celebración, porque este material que se presenta para su divulgación es de enorme valor para quienes trabajamos en el campo de la enseñanza de las ciencias ayudando a maestros en servicio y a otros en formación.

Se trata de un material claro, sintético y que expone ideas fundantes de un modo abierto y reflexivo. La propuesta, además, nos hace dialogar con autores de larga trayectoria tanto en relación con las ciencias naturales como con la primera infancia.

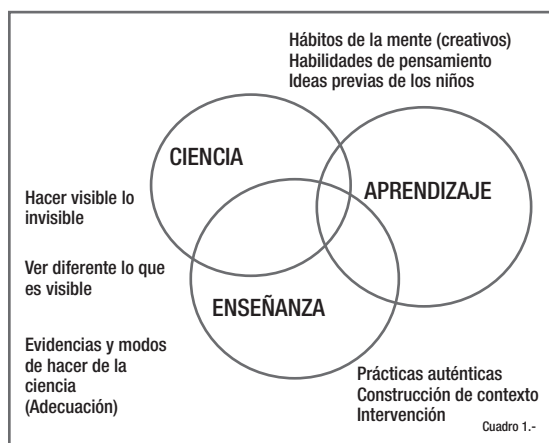
Con gusto, entonces, compartiré con ustedes algunas reflexiones que surgen de mi lectura. Igual que lo que acaban de comentar los panelistas anteriores, en Uruguay también tenemos índices bajos de aprendizajes de nuestros alumnos. Estamos preocupados y ocupados, porque, a diferencia de lo que ocurre con Argentina, somos muchos menos, las distancias son mucho más cortas, en cada departamento del país hay por lo menos un centro de formación de maestros y desde 2005 hay una voluntad expresa del Estado de dar una computadora a cada niño. Pensamos que nuestros resultados debieran ser mejores.

El caso de las ciencias escolares no escapa a la preocupación. Ocurre que las ciencias naturales se trabajan muy poco en la escuela y cuando se trabajan, su calidad no es la deseable. Los docentes hacen referencia en el discurso a miradas actualizadas sobre prioridades y modelos de enseñanza que no se corresponden con lo que se ve en las aulas.

La formación de los maestros no desarrolla esa capacidad preguntona de la que habla Melina y que es necesario estimular luego a los niños. Por otra parte, la formación en servicio resulta insuficiente para contrarrestar una matriz que hace muchos años se ha instalado en la formación de los maestros.

Muchas veces nos preguntamos si en las autoridades escolares hay real conciencia de las posibilidades que las ciencias naturales aportan a los desarrollos de los niños.

En este marco, y tratando de respetar la propuesta que nos hace Gabriel (Gellon), diré que mis comentarios sobre el material de Melina serán desde las tres dimensiones clásicas chevalianas (ver cuadro 1).



Cuadro 1.

### Sobre la dimensión CIENCIA

En la dimensión referida al saber –en este caso, las Ciencias naturales– Melina propone que el trabajo con los chiquitos tenga como propósito *hacer visible lo invisible*. Compartimos ese objetivo, pero también creemos que es importante aprender a *mirar de otro modo lo que es visible, cotidiano y natural*. De hecho, entendemos que debería ser lo primero a trabajar. Se trata de vivenciar que hay un mundo que va más allá de esa cotidianidad. De esta manera, es posible mostrar que no por visible y cotidiano es conocido, y que, acercándonos de otro modo, pueden aparecer preguntas que nos conduzcan a mundos desconocidos en esa misma cotidianidad.

Otro aspecto a considerar en esta misma dimensión refiere al *manejo de las evidencias*. Incluso en los videos que Melina eligió para compartir con nosotros se explicita claramente. Buena parte del trabajo con los chiquitos es el trabajo con datos e información que surge de las diferentes situaciones. Hay allí otra de las metas a conquistar: *aprender a*

*detectar evidencias* que permitan elaborar ideas, hipótesis y proponer exploraciones. A nuestro entender esto es clave.

En esta mesa compartida, la compañera que expuso antes hablaba de todo lo que significaba la alfabetización y el campo psicolingüístico en esta etapa en la que están los pequeños. Yo creo que, quienes hemos trabajado alguna vez con grupos de niños de tres o cuatro años, hemos visto lo que supone establecer y mantener un diálogo sobre un tema cualquiera; comprender lo que dicen y lo que quieren decir con lo que dicen. Yo podría relatar muchas experiencias para ejemplificar la afirmación de que establecer esa comunicación en el contexto de una clase no es sencillo.

Coincido claramente que el desafío de este primer nivel es *poder lograr comunicación* a través de palabras y no solamente de gestos y acciones, como es su natural tendencia. De alguna manera, los enfoques socioculturales nos han mostrado la relación entre pensamiento y lenguaje. Entonces, volviendo a la idea anterior, y coincidiendo con Melina, *el trabajo con las evidencias permite conversar, hablar, decir lo que se percibe, lo que se piensa sobre lo que se percibe y por qué*.

### Sobre la dimensión APRENDIZAJE

Con relación a la dimensión referida al aprendizaje, me detengo en una expresión que me parece particularmente afortunada y que sintetiza la idea básica de la autora con respecto a esta dimensión: desarrollar en los pequeños *hábitos de la mente*.

En el Documento Básico del IV Foro, referido a aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al



aula y viceversa, de la autoría de Diego Golombek, también encontramos una expresión que da marco a todas las ideas desarrolladas en el documento básico de ese entonces y de este: en los ámbitos de aprendizaje la ciencia debe ser considerada más como verbo que como sustantivo. Ciencia como una forma particular de *pensar, hacer y decir*. Yo me animo a unir las expresiones de estos dos autores, que claramente tienen mucha sintonía.

Complementando lo anterior, Melina sugiere trabajar las *ciencias como verbo* con los niños promoviendo *hábitos de la mente*. Como es común que los docentes asocien la palabra *hábito* con la idea de rutina, yo ampliaría la expresión y diría *hábitos creativos*.

*Hábitos* porque a mirar como mira la ciencia debe enseñarse; no se trata de una mirada natural; requiere aprender a poner foco en función de lo que se busca sin descuidar el todo. En ese sentido se trata de rutinas que permitan el aprendizaje.

*Creativos*, porque aunque se involucren las mismas habilidades de pensamiento, el dominio donde se las pone en juego exigirá matices y particularidades.

En esta misma dimensión, la autora también se detiene en *las ideas* que los sujetos vamos construyendo desde muy pequeños como consecuencia de nuestra interacción con el mundo. Esas ideas se han dado en llamar genéricamente ideas previas. Las experiencias que se resaltan en el material en el que participan bebés me recuerdan una investigación de Chi.<sup>1</sup> Esta autora trabaja con bebés que ya se sien-

tan y e investiga cognitivamente lo que ocurre con ellos en ciertas actitudes, como es el acto común de tirar los objetos. Según da cuenta su trabajo, con ese acto, el niño pequeño va adquiriendo *una protoidea* referida a la caída, sintiéndose responsable de que los objetos efectivamente se caigan. Después, dice la investigadora, la escuela se pasa mucho tiempo, si es que en algún momento termina lográndolo, para que ese niño pueda comprender que él no tira los objetos.

Melina plantea la importancia que tienen esas ideas para los pequeños, y la posibilidad de su explicitación. Yo creo que ese es uno de los desafíos más grandes para esta etapa del desarrollo. Dadas las características comunicacionales de los niños, poder *sonsacar* cuáles son esas ideas que tienen sobre muchos aspectos del mundo es una de las tareas más importantes para poder avanzar.

### Sobre la enseñanza

Finalmente, leyendo el documento desde la tercera dimensión que refiere a la enseñanza, me detengo en la expresión *prácticas auténticas*. ¿Qué es lo que nos está diciendo con esta expresión? Para la autora, claramente hay prácticas que han perdido el sentido y por eso sugiere revisarlas con el motivo de que lo recobren. En ese sentido Melina menciona un libro y su autora: *Ciencias en el parvulario* de Monserrat Benlloch.<sup>2</sup> Me atrevo a decir que se trata de una lectura necesaria para pensar la enseñanza en los pequeños. Ella plantea que ha sido una tradición que las observaciones sean libres en la educación inicial, es decir que el niño libremente observe el mundo que lo rodea. Ella plantea que la observación libre tiene determinados objetivos. El

<sup>1</sup> Chi, citada por Pozo, *Adquisición del conocimiento*. Editorial Morata, 2006.

<sup>2</sup> Benlloch M. *Ciencias en el parvulario*, 1992.



caso es que la observación como acercamiento *al hacer de la ciencia* no puede ser libre, requiere intervención.

“...solo **si el docente ayuda a dar sentido** a su acción en el marco de las ciencias, el niño podrá diferenciar su quehacer manipulativo y lúdico de sus tareas de exploración y comprensión de la realidad física, y tomar así conciencia de los diferentes medios que conviene emplear para alcanzar finalidades específicas. Y para que esa diferenciación tenga lugar, para que descubra que cuando actúa (física y reflexivamente) en forma idónea sobre lo real, está haciendo cosas de ciencias, será necesario que establezca un triple diálogo: consigo mismo, con los objetos y con los adultos educadores”.

La intervención del docente comienza con la *construcción de contexto* y este aspecto queda mostrado en el material, porque las actividades no aparecen descolgadas y las preguntas no surgen porque sí. Hay un escenario que se va armando con el fin de que la propuesta tenga sentido para los niños. Complementamos la idea de contexto establecida por el material proponiendo que ese contexto debe tener en cuenta también los repertorios de los niños, porque la construcción de sentido, como se mencionó, también tiene que ver con las experiencias anteriores de los niños. Ricardo Baquero<sup>3</sup> nos dice que cuando los niños carecen de vivencias habilitadoras, es la escuela la que tiene que hacerse cargo. Por eso el contexto es importante, porque no solo refiere a *un afuera* del sujeto que está en situación de aprendizaje sino también a *un adentro* que se relaciona con sus ideas.

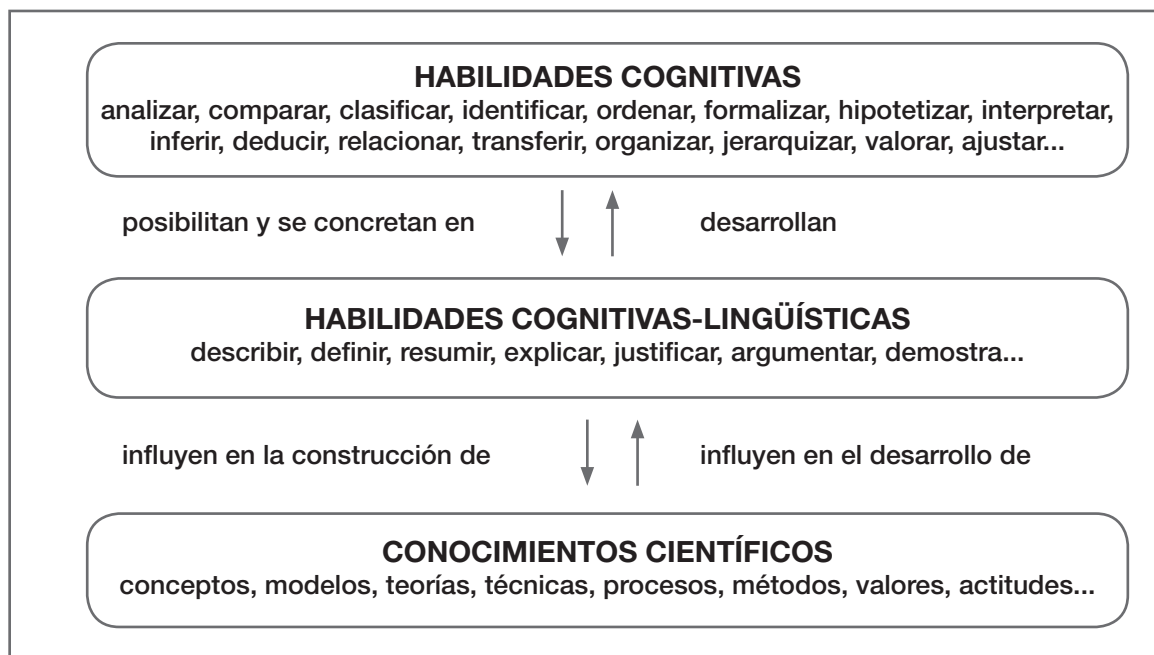
<sup>3</sup> Baquero R. Alcances y límites de la mirada psicoeducativa sobre el aprendizaje escolar: algunos giros y perspectivas. *Polifonías Revista de Educación* 2012; año 1.

Siguiendo con la enseñanza, una cuestión que nos parece importante señalar, porque seguro fue un aspecto cuidado en las experiencias que se narran pero no está explicitado, es el tema de la *consigna de trabajo*. Me refiero a cómo le decimos a los niños qué es lo que hay que hacer. Este es un campo interesante de investigación didáctica, ya que no siempre los niños comprenden aquello que les pedimos y cuando valoramos sus avances respecto a aprendizajes, damos por cierto que efectivamente comprendieron lo que debían hacer cuando no fue así.

### **Comentarios que surgen del análisis del material desde *la intersección de las dimensiones señaladas***

Avanzando en los comentarios y teniendo en cuenta que el material trabaja sobre la idea del pensamiento científico de los niños, explicitamos que la enseñanza debe estar al servicio del desarrollo de las habilidades que permiten construir esa forma de pensar. Los contenidos de la ciencia que se elijan para trabajar deberían habilitar ese desarrollo. Por eso *la pregunta*, que para Melina es clave y compartido, es la responsable de desencadenar procesos que les permiten a los niños describir, definir, resumir, explicar, hipotetizar, justificar, argumentar, identificar. Nuestras consignas de trabajo deben promoverlo. No importa si se trata del sonido, la luz, las sombras, una planta, un animalito de jardín o la disolución de azúcar. El cuadro 2 sintetiza estas afirmaciones.

Este cuadro muestra la relación que existe entre las diferentes habilidades. Consideramos importante comprender que es desde la naturaleza de las tareas que le proponemos hacer a los niños que estas habilidades puedan desarrollarse.



**Cuadro 2.** Tomado de: Sanmartí N, Izquierdo M y García P. *Cuadernos de Pedagogía*.

Avanzando en estos principios y a manera de síntesis, las metas serían:

- leer y comunicar evidencias;
- describir con orden y especificidad;
- establecer las partes que forman el todo;
- anticipar lo que ha de pasar cuando se trabaja con situaciones provocadas;
- dar razones por las que se cree que ocurren los fenómenos o situaciones;
- ganar objetividad, ya que los niños de este nivel en general emplean explicaciones

subjetivas y antropomorfas cuando se los interroga sobre fenómenos, especialmente los que se alejan de su experiencia directa. (Lo interesante es que las investigaciones muestran que los niños de este nivel siempre responden, lo que ayuda y orienta la intervención del docente);

- comprender que puede existir más de una razón, ya que en general los niños del nivel suelen pensar: un efecto ➔ una causa. Existen experiencias con juguetes que permiten ayudar a desarrollar la multicausalidad.

A lo largo del trabajo en busca de los propósitos señalados, será importante que los pequeños acepten que puede existir una mirada diferente a la suya.



Podría narrar algunas situaciones que me pasaron directamente en clase con pequeños. En una situación de aula pusimos un termómetro en un recipiente con agua y calentamos. Los niños de la sala de 5 años miraban cómo el alcohol subía por la columna mientras se calentaba el agua. El fenómeno lo miraban con naturalidad pero cuando el alcohol se detuvo, y el agua continuaba calentándose, uno de los niños preguntó: “¿Por qué no explota?”.

¿Qué es moverse?, pregunté una vez en un grupo de 4 años, ¿cómo se dan cuenta de que algo se mueve? Tomé una pelota grande y la hice rodar. Un niño me responde: *se mueve porque cambia de lugar*. La pelota estaba rota y tenía un gajo que le colgaba. Entonces la hice girar en sobre sí en el marco de la baldosa y volví a preguntar. La pelota ya no se desplazaba. Ellos seguían diciendo que la pelota se movía. Después de un rato, un niño me dijo, *el gajo cambia de lugar*.

Para terminar, quisiera mostrarles otra manera de dialogar con los pequeños que es a través de los dibujos. Ana Karen estaba en primer año de escuela. Nuestra idea era visualizar que los cuerpos identifican y, por tanto, hay que detenerse en muchos aspectos. Elegimos las hormigas del patio de la escuela. Los niños de primero dibujaron hormigas y resultaban tan diferentes unas de otras que resolvimos ir al patio, volver a mirar lo que creíamos que conocíamos y volver a dibujar. Vean los dibujos de Ana Karen (fig. 1). Hablan por sí solos.

Acá entendemos que hay mucho de lo que hace la ciencia. Hubo que ir a mirar muchas veces algo que creían conocido para poder mejorar el dibujo. Podría continuar poniendo otros ejemplos pero me detengo aquí.

Para terminar, simplemente creo que Melina nos propone un material que es producto de su experiencia y con el cual nos interpela y convoca a pensar.

El aula se constituye, como dice Bahamonde en la introducción de los NAP en un espacio de diálogo e intercambio de diversas formas de ver, de hablar y de pensar, donde alumnos y maestros ponen en juego las diferentes representaciones que han construido sobre la realidad para contrastarlas a través de exploraciones e interacciones directas con los objetos y las situaciones.

Yo me quedo con esta frase que fue la misma que eligieron aquí desde la fundación para promocionar el Foro: “*formar el pensamiento científico y tecnológico es una aventura posible*”.

Yo le agradezco a Melina por esta producción y por haberme invitado a compartir con ella la celebración. Muchas gracias.

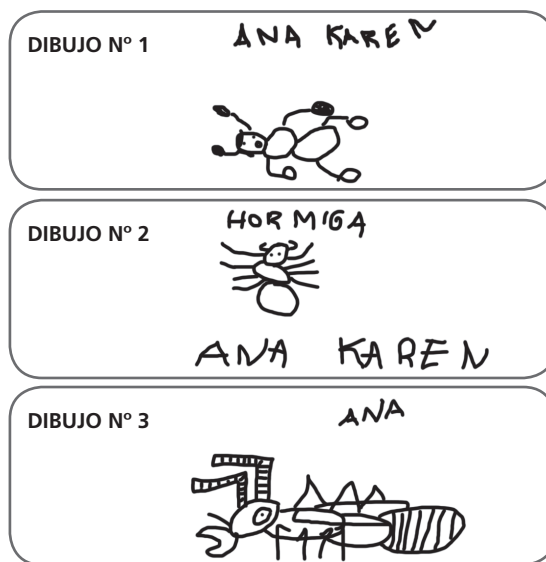


Figura 1.



TEMA II

---

# Ideas, experiencias y desafíos en la construcción del pensamiento científico y tecnológico

● *Mauricio Duque Escobar*  
*Cristián Rizzi Iribarren*  
*Federico Waisbaum*





## Ideas, experiencias y desafíos en la construcción del pensamiento científico y tecnológico

*Mauricio Duque Escobar*

*Cofundador de Pequeños Grandes Científicos*

*Profesor de la Universidad de los Andes,*

*Bogotá, Colombia*

### Introducción

La educación STEM no es una opción sino una necesidad. Un creciente cúmulo de documentos, declaraciones y estudios apuntan a la necesidad de una educación STEM de calidad. Cuando se examinan las estadísticas de los Estados Unidos, aproximadamente el 4% de la fuerza laboral viene de estas áreas STEM; sin embargo, de una u otra forma son los responsables por la generación de los puestos de trabajo para el 96% restante, dado que básicamente todo lo que hacemos tiene que ver con ciencia, tecnología e ingeniería en la actualidad.

Cuatro grandes argumentos sustentan el creciente interés en una educación STEM de calidad:

- Las profesiones STEM están en la base de la productividad, la competitividad y la innovación. Desafortunadamente el número de graduandos de estas áreas, en muchos países, no responde a la cantidad ni la calidad requeridas.
- Las prácticas y visiones inadecuadas de enseñanza de las áreas STEM en la escuela alejan a los estudiantes de pregrados en estas áreas.

- El ejercicio de la ciudadanía pasa por la comprensión de la ciencia y la tecnología, y la comprensión de datos y evidencias para participar de forma ilustrada en las grandes decisiones de la sociedad.
- La disparidad de grupos sociales y de género en profesiones STEM.

Este documento se divide en 3 partes:

- Qué es STEM y para qué sirve.
- Cómo llevar STEM al aula.
- Cómo ampliar la estrategia.

### Qué es STEM y para qué sirve

STEM es la sigla en inglés que se refiere a la educación en Ciencias Naturales, Tecnología, Matemáticas e Ingeniería tanto en el nivel universitario como en educación básica y media. Estas áreas son parte constitutiva del currículo nacional en varios países desarrollados.

La sociedad del conocimiento del siglo XXI se sustenta en las profesiones y los conocimientos STEM, lo que no implica desconocer las otras áreas del conocimiento. Sin embargo, la sociedad tecnológica en que vivimos sería imposible sin las áreas STEM y muy probablemente los grandes problemas de la sociedad en materia de educación, salud, alimentación y sostenibilidad pasan por estas áreas. La innovación se ha convertido en uno de los factores determinantes del desarrollo social y económico de un país (Cohen, 2010; Stephan, 2010). Todos estos desafíos están relacionados con la educación



de excelencia en Ciencias, Matemáticas, Tecnología e Ingeniería (STEM), que abarca los distintos niveles de formación que componen el actual sistema de educación.

Desde la perspectiva STEM se propone:

1. Mejorar los aprendizajes y las capacidades de aprendizaje de los estudiantes de básica y media en STEM y así acercar a estas disciplinas al ciudadano.
2. Fortalecer las capacidades de enseñanza de los docentes desde primaria hasta la educación superior en la enseñanza en STEM.

3. Incrementar el número de estudiantes en ciencias e ingeniería en educación superior, no solamente en el nivel de pregrado sino en posgrado.

4. Incrementar el número de doctores en las áreas de ciencias e ingeniería en el sector industrial.

Las pruebas nacionales e internacionales indican que existe una gran crisis en la educación básica y media para una buena parte de la población, como se desprende de pruebas como SERCE y TERCE en el contexto latinoamericano, o PISA en el contexto mundial. No basta con que algunos colegios y universidades formen una élite de profesionales para

## Porcentaje

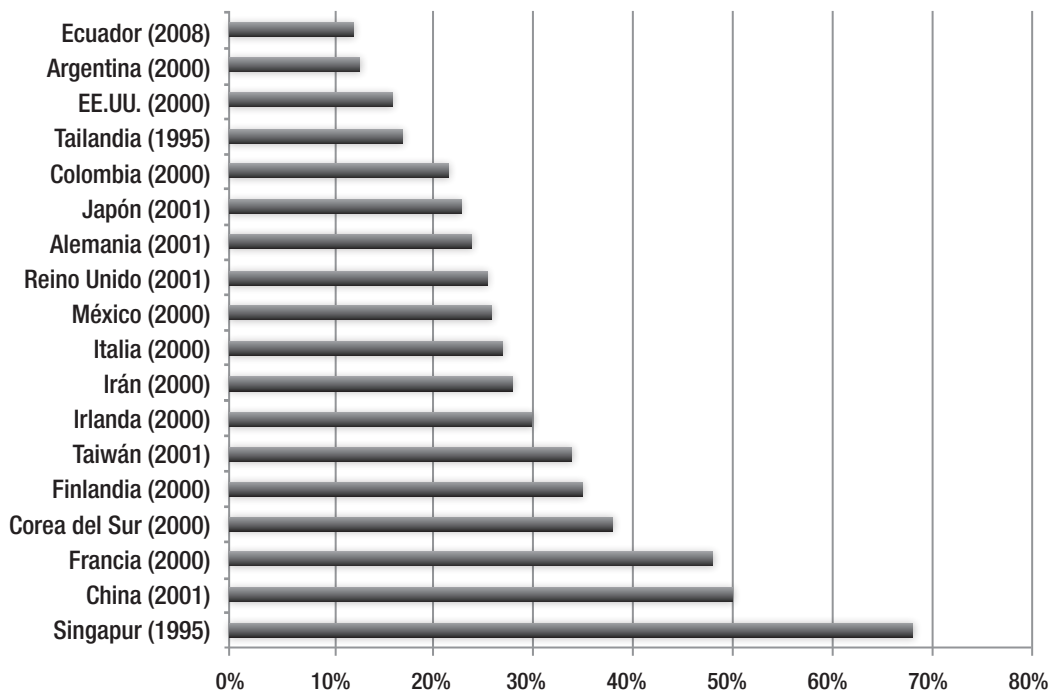


Figura 1. Porcentaje de los jóvenes de 24 años con un título universitario en STEM en relación con todos los títulos obtenidos. Fuente: Committee on Science Engineering and Public Policy, 2007, p. 99.



lograr promover un desarrollo acelerado del país que le permita cerrar las brechas con países desarrollados, como parece mostrar estudios de otras latitudes (Baudelot & Establet, 2009). Existe un desinterés creciente en los jóvenes que están en la educación media por optar por una carrera en ciencias e ingeniería porque consideran que son complicadas y pocos útiles en su futuro como trabajadores (Celis, 2011; Duque & Celis, 2012).

Mientras en países desarrollados, como los EE.UU., por ejemplo, se ha emprendido una movilización social y política de más de 20 años atrás buscando fortalecer la formación de todos sus ciudadanos en STEM, como lo muestran numerosos estudios y declaraciones públicas con mensajes de urgencia (ASME, 2002; Council of competitiveness, 2004; Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007; Carnegie Corporation of New York, 2008; NAE,

2008; National Research Council & National Academy of Engineering, 2002; OECD, 2011; PCAST, 2012; STEM Education Coalition, 2011; Wang, 2013), en nuestros países el tema apenas se comienza a mencionar.

Los países iberoamericanos gradúan una porción menor de carreras STEM que países de alto desempeño, salvo el caso de los Estados Unidos, que, como se mencionó, tiene una gran preocupación sobre el número de graduados STEM que produce (fig. 1).

En la figura 2 se ilustra el problema desde otra perspectiva.

Esta curva presenta un aumento importante en Ciencias sociales con respecto a un incremento considerablemente menor en Ingeniería.

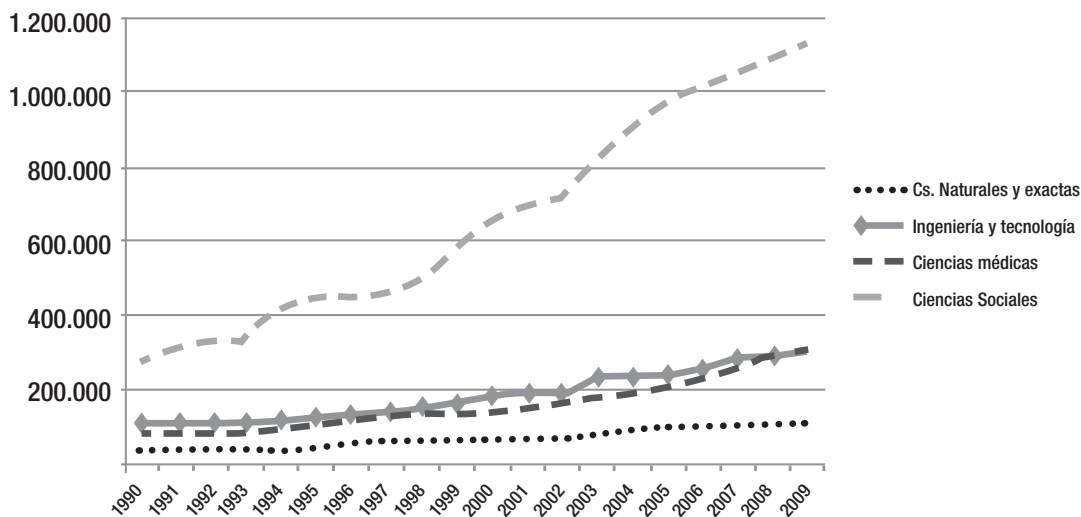


Figura 2. Evolución por área del conocimiento de graduados de universidades en Iberoamérica. Fuente: OEI, 2012, p. 23.



En general, solo el 16 % de los estudiantes escoge ingeniería y tan solo el 2,7%, ciencias (OEI, 2012, p. 22).

La situación de los Estados Unidos es ilustrativa en relación con la importancia de una educación STEM. De acuerdo con el Departamento de Trabajo, 15 de las 20 ocupaciones de mayor crecimiento requieren formación en ciencias y matemáticas para competir por un empleo. Por otra parte, la Oficina de Estadísticas Laborales afirma que los empleos profesionales, en cuanto a tecnologías de la información respecta, se incrementarán en un 24% entre 2006 y 2016. En los Estados Unidos, por ejemplo, en 2001 tan solo el 8% de los títulos concebidos correspondía a carreras de ingeniería, ciencias o matemáticas (SETDA, 2008, p. 2). Si este panorama no mejora, los Estados Unidos no contarán con la suficiente mano de obra para suplir sus propias necesidades con el respectivo impacto que puede tener en su competitividad en el futuro venidero. Se estima que para 2015 se necesitarán 400.000 nuevos graduados en las áreas STEM. A manera de ejemplo, entre 2003 y 2008 la inscripción a carreras del grupo de las ciencias de la computación se redujo en un 50%, y para ese último año Microsoft reportó que tan solo el 14% de los profesionales graduados en Washington tenía las capacidades necesarias para trabajar en la empresa. Esto indica que el problema no solo radica en el número insuficiente de profesionales STEM sino en la calidad de la formación (SETDA, 2008, p. 3).

### **Una alternativa para llevar STEM al aula**

Muchas de las interpretaciones del constructivismo han resultado un fiasco y lamentablemente han

empobrecido los sistemas educativos (Richardson, 2003). De hecho grandes metaestudios han puesto en duda muchos de los supuestos educativos que han emanado de esta visión en el aprendizaje (Hattie, 2015). La situación en Colombia es compleja por cuanto se ha pasado de una teoría que explica el aprendizaje humano a una serie de interpretaciones que pretenden que el niño en el aula aprenda de forma libre, autónoma, con el docente como simple facilitador.

Es hora de pasar de los discursos, creencias y mitos educativos atractivos y con cierto sabor a populismo, a la incorporación de buenas prácticas sustentadas en estudios tanto empíricos como en ciencias de la cognición.

Entre los factores que tienen mayor impacto se encuentran (Hattie, 2009):

- Objetivos de aprendizaje claros.
- Altas expectativas de los estudiantes sobre sus aprendizajes.
- Evaluación formativa.
- Claridad del docente.
- Instrucción directa.
- Aprendizaje entre pares.
- Resolución de problemas.
- Metacognición.
- Rendición de cuentas a la sociedad. A nivel institucional y de los establecimientos educativos,



se requiere un sistema de rendición de cuentas, porque si bien la autonomía es importante, sin rendición de cuentas no funciona.

En educación STEM existe una gran variedad de aproximaciones, que van desde simplemente indicar que por el hecho de estar enseñando algunas de las áreas STEM ya se tiene un proyecto STEM, hasta peligrosas integraciones de las áreas en una sola en el marco de un currículo integrado transversal cuyos resultados son malos, como lo muestra la investigación.

Del otro lado están las propuestas integradoras que pretenden abordar las temáticas de forma integrada.

La evidencia y la bibliografía actual parecen mostrar que el camino está en el medio. Una integración completa resulta compleja, requiere unos docentes que no tenemos y que ni siquiera los países desarrollados logran tener. En consecuencia, es mejor buscar un punto intermedio en el que, más bien, le damos identidad a la enseñanza de cada una de las disciplinas, pero buscamos conexiones explícitas y evidentes para que los estudiantes conecten de un lado a otro (fig. 3).

El espacio de las ciencias naturales es bastante rico para el desarrollo de habilidades matemáticas, para el desarrollo de comunicación, para el desarrollo de algunas actividades de tecnología.

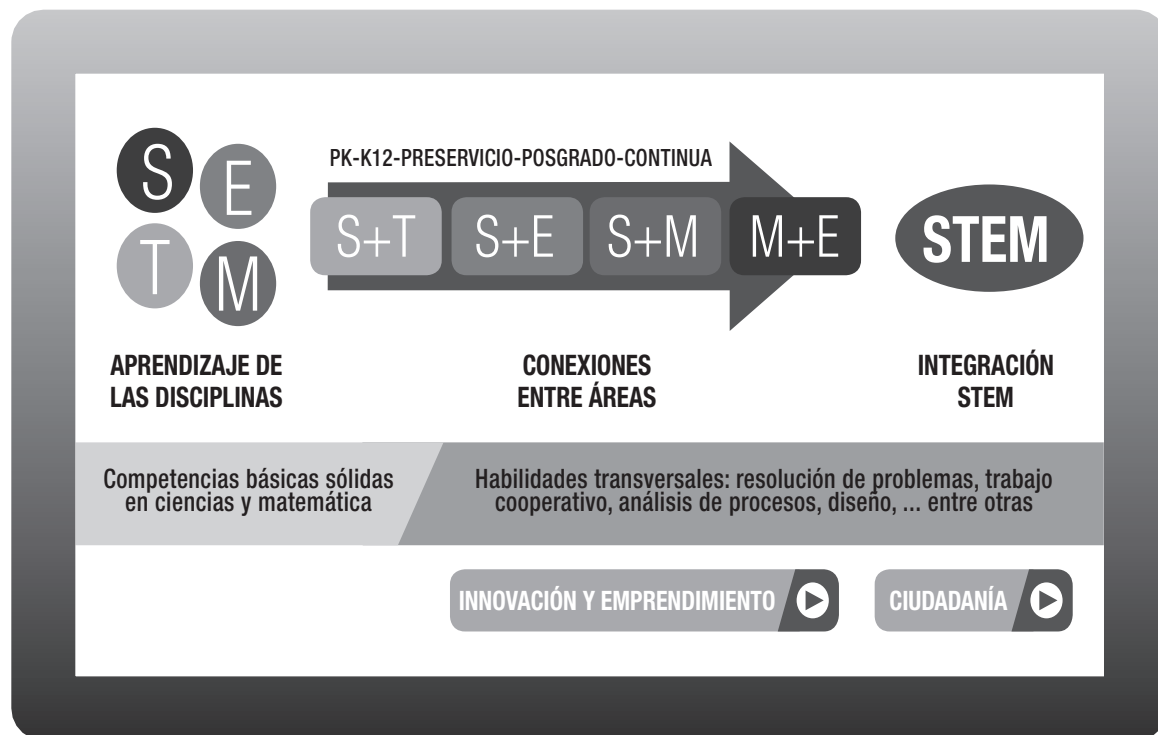


Figura 3. El continuo en STEM.



El área de tecnología es muy interesante para promover ciertas aproximaciones a los fenómenos científicos.

El área de matemática es muy interesante para fortalecer el pensamiento científico y la capacidad de analizar datos y cifras. Entonces, la aproximación que nosotros hemos optado en el programa Pequeños Científicos, que es un programa liderado por una red de unas siete universidades, varía en función de los años, estamos basados en una aproximación de ciencias por indagación muy parecida a la que la profesora Furman (2013) propone.

En Matemática hemos optamos por una aproximación por resolución de problemas, dado que la habilidad de resolución de problemas es un tema central en el desarrollo de las personas. Toda el área de tecnología e ingeniería está buscando una aproximación a partir de pequeños proyectos que le permitan al estudiante aproximar problemas pequeños, reales, y buscarle soluciones. Porque finalmente la tecnología y la ingeniería se preocupan, no del porqué, sino de cómo resolver las cosas.

En este sentido se ha buscado más una aproximación por conexiones que por integración plena entre las áreas. En resumen:

- Ciencias por indagación.
- Matemática por resolución de problemas.
- Tecnología e ingeniería por proyectos.
- Más que integración, conexión.

## La enseñanza de la matemática por resolución de problemas



La propuesta abordada conjuntamente con PREST,<sup>1</sup> Canadá, se construye sobre un proceso que incluye:

- Contextualizar el aprendizaje (situación problema).
- Crear la necesidad de lograr nuevos aprendizajes por medio de la manipulación y la coconstrucción entre los estudiantes (centros de aprendizaje).

<sup>1</sup> En: <https://prest-math.org/>



- Aplicar los aprendizajes y tomar decisiones personales.
- Obtener soluciones variadas.

Para lograr este objetivo se desarrollaron 25 guías, 5 por grado y en 2017 se contempla desarrollar una versión para multigrado.

El proceso se ha venido complementando con el desarrollo de videos de formación para los docentes, con el fin generar condiciones de utilización a gran escala del material.

### **Experiencia en Colombia del programa Todos a Aprender**

Este programa se puede resumir en los siguientes puntos:

- 80.000 docentes.
- Cerca de 4.000 facilitadores en un esquema de formación en cascada.
- Desarrollo de los derechos básicos de aprendizaje para resolver el problema que generaron unos estándares por grupos de grados, redactados de manera que permiten múltiples interpretaciones.
- Instrumentos de evaluación.
- Índice sintético de la calidad que incluye tanto resultados de los estudiantes como otros aspectos institucionales.

- Más de 2 millones de estudiantes.
- Singapur y PREST en matemática.

### **Conclusiones y retos**

A continuación, se hace un breve resumen de los aspectos más relevantes a título de conclusión:

- Es importante tomar decisiones basadas en las evidencias y manejar una gestión por resultados.
- La alineación entre materiales de calidad, evaluación y acompañamiento es fundamental.
- La expresión de los aprendizajes que deben lograr los estudiantes debe ser clara para docentes y estudiantes.
- Aprendizajes claramente formulados.
- Actividades de seguimiento de la fidelidad del programa son indispensables.

### **REFERENCIAS**

- ASME. *Position statement 2002: K-12 Science, technology, engineering and mathematics (STEM) model bill*, 2002.
- Baudelot C, Establet R. *L'élitisme républicain*. París. Seuil, 2009.



- Carnegie Corporation of New York. *The opportunity equation: transforming mathematics and Science Education for Citizenship and the Global Economy*. Retrieved from New York: www.opportunityequation.org, 2008.
- Celis J. La educación media no está promoviendo una formación en ciencias y tecnología en los jóvenes bogotanos. En: Daza S. (ed.). *Entre datos y relatos. Percepción de jóvenes escolarizados sobre la ciencia y la tecnología*. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2011, pp. 59-100.
- Committee on Science Engineering and Public Policy. *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*. Retrieved from Washington, 2007.
- Council of competitiveness. *Innovate America: Thriving in a World of Challenge and Change, National Innovation Initiative*, 2004.
- Duque M, Celis J. *Educación en ingeniería para la ciudadanía, la innovación y la competitividad en Iberoamérica: ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y el rol de las Facultades de Ingeniería* (ASIBEI ed.). Bogotá. ARFO editores e impresores Ltda., 2012.
- Duschl R, Schweingruber H, Shouse A. *Taking science to school: learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington. NAP, 2007.
- Furman M. Haciendo ciencia en la escuela primaria: mucho más que recetas de cocina. Retrieved from [http://www.ebicentenario.org.ar/documentos/mat\\_ciencia/Furman\\_Haciendo\\_Ciencias\\_en\\_la\\_Escuela Primaria.pdf](http://www.ebicentenario.org.ar/documentos/mat_ciencia/Furman_Haciendo_Ciencias_en_la_Escuela Primaria.pdf), 2013.
- Hattie J. *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London. Routledge, 2009.
- Hattie J. *What doesn't work in education: the politics of distraction*. Pearson, 2015.
- NAE. *Understanding and improving K-12 Engineering in the United States*. Retrieved from Washington, 2008.
- National Research Council, & National Academy of Engineering. *Technically speaking: why all americans need to know more about technology*. Washington. NAP, 2002.
- OECD. *Education for innovation: the role of arts and STEM education: Workshop summary report*. Paper presented at the Workshop OECD, Paris, 2011, 23-24 May.
- OEI. *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social: programa iberoamericano en la década de los bicentenarios*. Madrid, España. OEI, 2012.
- PCAST. *Engage to excel: Producing one million additional colleague graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics*. Retrieved from Washington, 2012.
- Richardson V. Constructivist pedagogy. *Teachers college record*, 2003; 105(9), 1623-1640, doi: 10.1046/j.1467-9620.2003.00303.



SETDA. *Science, Technology, Engineering & Math*. Retrieved from [www.setda.org](http://www.setda.org), 2008.

STEM Education Coalition. *About us and mission*. Retrieved from [www.stemedcoalition.org](http://www.stemedcoalition.org), 2011.

Wang X. Why Students Choose STEM Majors: Motivation, High School Learning, and Postsecondary Context of Support. *American Educational Research*, 2013; 50(5), 1081-1121, doi:10.3102/0002831213488622.



*Cristián Rizzi Iribarren*

*Máster en Informática Educativa (UNED)*

*Licenciado y Profesor en Química (USAL)*

Ante todo gracias a la Fundación Santillana, en especial a Nilda Palacios por esta invitación.

Quería, en principio, decir el placer y el honor que tengo de trabajar y de compartir muchos espacios con Melina Furman. A veces uno tiene el placer y otras veces tiene el honor. Pero tener el placer y el honor al mismo tiempo no es tan habitual.

Y también el acierto, por otro lado, de que se haya incluido el trabajo pionero de Seymour Papert en este documento.

Porque tanto en lo relativo al pensamiento tecnológico, como a las TIC en educación, si no hubiera sido por Papert probablemente no estaríamos hablando de ellos hoy en día. Señalo esto porque me parece singular, ya que Papert murió hace muy poquito, menos de un mes: el 31 de julio de 2016.

Y acá hay una historia que me interesa contar. Creo que todos conocen el discurso que Steve Jobs dio a los graduados de la Universidad de Stanford en California: *Connecting the dots* (*Conectando los puntos*).

A mí siempre me gustaron estas historias, Melina (Furman) siempre me carga porque dice que yo encuentro relaciones entre todas las personas y las cosas.

Una cosa interesante de Papert: estamos hablando del creador del Logo, del lenguaje Logo, el de la tortuguita. Él empezó trabajando en lo que era el laboratorio de inteligencia artificial. Y la tortuguita tuvo que ver, se inspiró en ella, fue un reconocimiento a ese modelo cibernético de la tortuga. O sea, antes de ser un lenguaje de programación, Logo era una tortuga que tenía sensores y recibía órdenes, y dibujaba con un lápiz que tenía en la panza.

Papert utilizó una tortuga en reconocimiento a William Grey Walter, que fue uno de los primeros que experimentó con cibernética, un neurólogo. Trabajó mucho en lo que era cefalografía y él había creado un robot que era una tortuga.

Y acá viene algo interesante: William Grey Walter, siete años antes de su muerte sufrió un accidente que lo dejó inválido, no pudo producir más nada intelectual y a los siete años de haberse accidentado murió.

A Papert le sucedió exactamente lo mismo. Y lo más interesante todavía, es que Papert el accidente que tuvo fue en Hanói tratando de observar, fascinado por lo que era la conducta emergente. Para Papert, al trabajar en inteligencia artificial, tenía mucho que ver el tema de la complejidad y de las conductas que emergían a través de la interacción entre elementos individuales. Y estaba fascinado por cómo se organizaba el tráfico en Hanói, que no había nadie que lo dirigiera y que confluían, no sé si alguno tuvo la oportunidad de ir a Oriente que



vienen de un lado, vienen del otro, estaba fascinado mirando eso y lo atropelló una moto.

Paradójicamente, ¿en qué sentido quiero decir esto? Porque *Connecting the dots* o *Conectando los puntos* tiene que ver con algunas cosas que les voy a contar ahora. Papert no solamente hablaba del pensamiento tecnológico, del conocimiento tecnológico, sino que él estaba muy preocupado por la ciencia. En el capítulo 6 de *Desafío a la mente*, que se llama “Ideas poderosas”, él hace como una analogía que en realidad mucha de la ciencia que se enseña en la escuela a veces pareciera como si en Lengua se utilizara a lo mejor el jeringozo, como si se inventara un lenguaje y se enseñara. Él dice que mucho de la ciencia que se enseña, toda esa cosa cuantitativa de fórmulas, no se parece en nada y que la curiosidad de los niños se parece mucho más a lo que es la verdadera y la real ciencia, que lo que se parece la ciencia escolar.

Entonces, en el centro de las cosas que él hacía estaba esa idea, y él en todo momento hablaba de las ideas poderosas. Por eso el artículo que menciona Melina en su documento “20 cosas que se pueden hacer con una computadora”, que es de 1971, escrito por Papert y Cinthya Solomon, por supuesto está mucho más vinculado, todas las ideas parten del Logo pero si las miran, cuando uno dice “bueno los que conocieron Logo que es una tortuguita que hace dibujos geométricos”. Bueno, si leen el documento van a ver que las 20 ideas están mucho más allá de eso. Hablan de la música, de la biología de la tortuga, la tortuga como poniéndole sensores para que reconozca y tome decisiones respecto de lo que pasa, cómo hacer una película de una flor, cómo crece una flor dibujada con el lenguaje Logo y muchas más ideas poderosas.

Logo era lo que podríamos decir una herramienta “cuchillo”. Esta es una idea de Burbules, que habla de la concepción instrumental y relacional de la tecnología.

Algunos piensan que la tecnología es como una cafetera que para lo único que sirve es para hacer café. Y si ustedes piensan en diversas herramientas tecnológicas van a ver que hay algunas que son del tipo “cafetera”: solo sirven para hacer sumas, crear líneas de tiempo o consultar datos de los elementos químicos. Otras tienen una analogía con el cuchillo, es decir, la cafetera y el cuchillo, sirven para hacer muy diferentes cosas. Como es el caso del Logo. Y si bien esas veinte ideas, esas veinte cosas que se pueden hacer tienen que ver con esta concepción del lenguaje Logo, era porque en ese momento las herramientas que estaban disponibles eran esas.

Pero muchas de las cosas que dice Papert son las mismas ideas, como dice el documento de Melina, que hoy seguimos tratando de implementar al trabajar con el arte, con el movimiento, con los sensores, con la robótica.

En ese sentido la tecnología que en ese momento planteaba Papert, hoy por supuesto a casi 40 años hay algunas tecnologías nuevas en las que vale la pena poner el acento, de las que voy a nombrar brevemente.

Una de las tecnologías que no estaban disponibles en ese momento y que vale la pena mencionar ahora está vinculada al “internet de las cosas” (IoT, por sus siglas en inglés, “*internet of things*”). Esta tecnología, junto con los movimientos de *software* libre y *hardware* libre, han sido grandes impulsores de la cultura *maker*, que permite que hoy tengamos



proyectos como el de una estación meteorológica computarizada basada en una pequeña computadora llamada *Raspberry Pi*.

La Raspberry Pi es una pequeña computadora que se está utilizando para eso y se le monta otra placa encima, y se hace una estación meteorológica totalmente computarizada que mide calidad del agua, calidad del aire, humedad, temperatura, luz, etcétera, y lo están vinculando en un proyecto con mil escuelas alrededor de todo el mundo, donde los chicos desarrollan aplicaciones también, para traer esos datos, evaluarlos y subirlos, y trabajar en conjunto con mil escuelas y la posibilidad de poder acceder a datos reales. Esa es una tecnología que a mí me parece, además, sumamente potente e interesante para poder trabajar en lo que es el ámbito de la ciencia, sobre todo trabajar con datos reales y donde los chicos son protagonistas, son ellos los que registran los datos, son ellos los que toman y pueden analizar patrones tomando los datos de los demás.

Como el programa GLOBE, que es un proyecto de la NASA, que también vincula escuelas desde hace muchísimo tiempo, me parece que son el tipo de experiencias que hay que trabajar y seguir perpetuando y seguir diseminando en las escuelas.

Por otro lado el tema de los dispositivos móviles, que era la otra tecnología que me interesaba. Cuando Melina hablaba de Feynman y la anécdota con los pájaros, hoy la posibilidad de que los

chicos tengan dispositivos móviles que les permitan registrar eventos de la naturaleza en tiempo real, grabando el ave en movimiento, el canto del ave, después poder analizar el sonido, cómo es el canto de esa ave. Registrarlo y geolocalizarlo. Bueno, las posibilidades son infinitas.

Hay una plataforma llamada nQuire-it (*enkuairit*), que traduce al español, que permite crear proyectos de ciencia ciudadana. Por ejemplo, se trabajó en una escuela donde chicos de 4.º grado de primaria hicieron un proyecto de mapa del ruido, de contaminación acústica, registraban con los celulares y luego subían los datos a la plataforma en tiempo real y veían eso representado en el mapa.

Para terminar a tiempo, decir que Logo hoy todavía goza de muy buena salud. Hay varios de sus descendientes, uno especialmente en el cual trabajo que se llama Starlogo NOVA. Es un ambiente de programación para crear modelos de simulación con un lenguaje gráfico de tres dimensiones donde también se pueden crear videojuegos. Y me parece que ahí está otra de las cosas que están en la base de la ciencia, que es trabajar con modelo de simulación en un ciclo de usar, modificar y crear para desarrollar competencias científicas como la observación, el planteo de preguntas investigables, el registro, el análisis y la presentación de los datos para poder hacer ciencia en el aula.

Muchas gracias.



Federico Waisbaum

Director de Puerta 18

Un poco cuando veía que nos invitaban a participar y leía el texto de Melina decía qué podemos aportar nosotros desde un espacio un poco distinto, nosotros trabajamos puerta 18, trabajamos para jóvenes de 13 a 24 años en educación no formal, o sea, fuera de la escuela. Y me parece interesante por ahí traer una de esas cositas que, bueno, nosotros las aprendíamos a hacer medio de prueba y error, fuimos probando, y que bueno ahora está mucho más claro y nos sirve un montón conceptualizar a partir del libro de Meli.

Y una de las cosas que me llamaban la atención y que me parece interesante y que por ahí se repitió es esto del *juego completo* y cómo tratar de eludir la fascinación por la tecnología, que en algún punto es una obviedad. Una cámara de fotos no hace un fotógrafo y eso lo tenemos todos bastante claro; también es cierto y nosotros como programa social pensamos que es difícil sacar un fotógrafo si no sacó nunca una foto, o sea que la cámara de fotos sigue siendo una necesidad fundamental.

En definitiva, ese problema se sigue repitiendo. Ahora todo eso lo tenemos claro, pero hay una

impresora 3D, la vemos imprimir y todos queremos tener la impresora 3D. Y tampoco va a hacer al modelador ni al diseñador 3D.

Me parece que la idea de juego completo también se tiene que aplicar, en todos los conceptos. Si querés ser fotógrafo, tenés que contar con la cámara y debés tener sobre todo la mirada, la cámara va a cambiar en el tiempo, y nos tocará aprender a usarla, pero la mirada es lo que en definitiva hace la diferencia. Nos pasa con los chicos que siguen viniendo hoy, con 13, con 18 años, la fascinación de “quiero usar X herramienta” dura un ratito, se “apaga” pronto y lo que empieza a surgir o lo que hace la diferencia es la habilidad desarrollada, la mirada y todas las competencias propias de la disciplina en cuestión. Me parece que eso es fundamental y lo explica muy bien Meli en el libro.

También esta idea de la motivación. En Puerta 18 no hay notas, no se toma asistencia, no hay cuotas porque es gratuito. En un principio puede parecer muy fácil, el chico iba a venir cuando quería, se iba a ir cuando quería y hacer lo que le guste. Esa era la consigna principal casi 10 años y sigue siendo la consigna hoy. Y los chicos siguen llegando a Puerta, viniendo de los distintos barrios, viajando un montón. Y nos siguen preguntando “¿qué tengo que hacer?”.

La pregunta es por qué viniste, si acá vos podés hacer lo que quieras, qué es eso que querés hacer y te motivó a venir.

En este tiempo fuimos viendo que nuestra responsabilidad como educadores en este espacio es poner a disposición de los chicos muchas posibilidades, habilitar opciones, entusiasmar. La motivación



no es algo que sucede solo, por lo menos no para todos. A veces, requiere incentivos, búsquedas conjuntas. En la investigación, Meli habla de cierto estancamiento natural del entusiasmo. Nosotros a eso le oponemos propuestas, le ofrecemos posibilidades de probar, de jugar y en ese proceso de algún modo medio mágico, que no podría explicar con certeza, los chicos se entusiasman y comienza otra etapa, donde aparecen más proyectos, donde se profundiza, donde de repente todo se alinea y comienza a pasar mucho más rápido.

Y estuvimos viendo que los chicos por ahí los primeros tres, cuatro meses, algunos más tiempo, años incluso, que vienen a Puerta, hacen las consignas que nosotros les planteamos. De una forma más dirigida.

Y a nosotros nos daba casi pudor plantearles un proyecto, cuando nosotros estamos hablando de una comunidad de aprendizaje, donde todos enseñamos, donde todos aprendemos, donde el proyecto tiene que surgir de la motivación de los chicos. Y a veces nos animamos a salir un poquito de ahí, por ahí hay que empezar desde otro lugar, para algunos chicos sirve. Probar la actividad que sugerimos nosotros, o desarrollar la idea de un compañero puede ser un buen comienzo. Y después son esos mismos chicos que traen sus propios proyectos y motivan a otros, y ahí sí empieza a girar esa rueda de motivación, donde pasa a ser mucho más significativo el aprendizaje y se empieza a acelerar exponencialmente lo interesante del programa.

Por último, por ahí la más obvia de las dimensiones que veía, que me parece que nosotros venimos trabajando en la dimensión afectiva a la hora del pensamiento científico. Por ahí nuestro caso más que científico es tecnológico, pero que nos parecía

fundamental. Estamos en un mundo donde nos dicen que hay que ser creativos todo el tiempo, pero bueno hay que bancarse escuchar ideas y respetarlas, y construir desde ahí. Hay que hacer un ejercicio práctico de eso, que me parece que está buenísimo, nosotros tratamos de hacerlo todos los días y nos cuesta un montón.

No quiero seguir mucho más, así lo hacemos más interactivo. Hay un video cortito que describe un poco lo que hacemos en Puerta 18.

Introducción del video: <https://youtu.be/g6cHmLn9wQQ>

Más videos en nuestro canal: <https://www.youtube.com/user/puertadieciocho>

Nosotros casi toda la orientación del programa la armamos mirando a los chicos que vienen, nuestro currículo no existe, o sea, nosotros tenemos esta semana armada y no la semana que viene, es una decisión ir viéndolo con los chicos, evaluar constantemente qué gustó y qué no, qué surge en el momento y tomarlo para hacerlo proyecto.

Básicamente lo que hacemos es organizar el trabajo en proyectos. Los proyectos surgen de lo que traen los chicos. Puede ser desde hacer un videojuego o hacer la campaña gráfica de una organización social, por ejemplo, para alguno un proyecto personal o de a dos, de a tres.

Una película, un corto, este video que les comento, por ejemplo, fue un proyecto. Les planteamos, estamos un poco aburridos de nosotros de contar Puerta. Cuenten Puerta desde la visión de los jóvenes para jóvenes.



Hicieron este video que a nosotros nos pareció muy rápido pero veo que no es tan rápido, así que estamos completos. Cumple el objetivo.

Básicamente al orientar en proyectos se mueven un montón de otras cosas, no lo sabría decir conceptualmente, pero entiendo que son cuestiones emocionales, de confianza en uno mismo. Se acomodan ciertas cuestiones internas a partir de que los proyectos entusiasman y avanzan.

Un ejemplo, también, otra cosa que hablábamos en esto de lo afectivo, chicos que hacen juegos muy complejos y que en la escuela les está yendo mal en matemática, y medio que te explota la cabeza. “¿Cómo puede ser, si usaste algoritmos real-

mente muy complejos dos horas antes, que ahora no apruebes matemática?”

Y creo que tiene que ver con eso, con cambiar de espacio, con volver a empezar, socializar desde otro lugar, donde los chicos se rigen por otro tipo de motivación y otra búsqueda.

La vuelta de tuerca es que después, cuando empiezan a hacer videojuegos, y al principio como que no tiene sentido, y le gusta y avanza, después le empieza a ir bien en la escuela. Porque en definitiva es matemática. Después se resuelve y todo empieza a andar mucho más rápido. Y esos son los tipos de proyectos que nosotros abordamos.





---

# Intercambio de preguntas

● Moderador: *Gabriel Gellon*

*Diego Golombek*

*María Dibarboure*

*Verona Batiuk*

*Melina Furman*

*Susana Basualdo*

*Mauricio Duque Escibar*

*Cristián Rizzi Iribarren*





TEMA I

## El lugar del aprendizaje y la tecnología en la política educativa regional de la primera infancia

*Moderador: Gabriel Gellon*

Bueno vamos a dar inicio a la etapa de preguntas, así que invito a Diego Golombek, a ver si se le ha despertado alguna curiosidad respecto de las recientes presentaciones.

### **Diego Golombek**

*Doctor en Biología (UBA). Investigador del CONICET*

*Director del Centro Cultural de la Ciencia*

Brevísimamente tengo que decir que el texto de Meli está buenísimo, que es lo más importante vaya a decir cualquiera de nosotros, porque pudimos leer el pdf y es súper, el informe es una belleza de leer.

Respecto a las presentaciones del panel me parecieron muy paradójicas.

Es un enfoque completamente diferente a lo que plantea Melina en el texto y lo que plantea anteriormente. Por el contrario, lo que decía Verónica, voy a estar un poco en disidencia, sentí que era exactamente lo mismo que estaba diciendo, porque qué es el juego sino sentarse en el piso de la

sala a escuchar qué está pasando en la sala naranja. Me parece lo que definió como juego dirigido, es exactamente lo que Meli cuenta en su texto y lo que nos mostró en las diapositivas, un poco en el resumen del texto.

Es un panel de política educativa, que me parece ni se mencionó. Y me parece importante el cómo. Meli decía, el diagnóstico está muy claro, todos sabemos de qué se trata pero no lo hacemos. Y mi pregunta es justamente esa, que me parece que es “la pregunta”. Sabemos de qué se trata y expertos como Melina y muchos otros en nivel inicial, hay expertos en nivel primario en secundario, etc., pero no lo hacemos y en Uruguay tampoco por lo que nos cuentan.

Por lo tanto, me parece la pregunta de rigor en un panel de política, qué está pasando, por ejemplo, en la formación docente con el “nuevo hagamos”, qué está pasando con el imaginario social de un docente inicial que pueda hacer payasadas, o sea, puede tirarse en el piso y hacer cosas, y que ahí pase ciencia. Mientras que en el primer ciclo, después de tres a ocho, minga, porque a los seis cambia algo.

Qué está pasando con el rol social que le damos al docente, que puede hacer una payasada, en el sentido constructivo me refiero “payasada” por supuesto, a poder tirarse en el piso con los alumnos, a tener una botella de colores y el de primaria no. Qué está pasando a nivel de política educativa, que sabemos de qué se trata y no lo logramos. Evidencia es esta: tenemos empoderado al maestro de nivel inicial para que pueda jugar a la ciencia y no lo tenemos para el ciclo que inmediatamente viene.



Otra pregunta... Meli mencionó sobre evidencias de que una construcción adecuada de la mirada científica en el nivel inicial, se ve más adelante. Eso no lo vi en el texto de Melina y tampoco se mencionó acá, y me gustaría también saber hasta cuánto más adelante se ve. Realmente tenemos evidencias de que si se hace un enfoque por indagación constructivo, etcétera, ¿algo pasa mucho más adelante o la escuela es tan fuerte que lo va perdiendo? ¿Se entiende la pregunta?

**Responde: María Dibarboure**

Respecto a lo que pasa en inicial y por qué en inicial, yo creo que tiene que ver con la formación. Hay una formación del maestro para la educación inicial que le permite y le autoriza esas cosas, y no hacia el otro.

Ahora, en el caso uruguayo, hay algo que está ocurriendo que es paradójico y es el hecho de que se ha discutido muchísimo el valor de la repetición de los alumnos. Entonces lo que está ocurriendo es que los alumnos en primero y segundo, no repiten. Prácticamente la repetición se plantea recién en tercer año. Pues ahora los maestros se animan a hacer lo que antes no se animaban. Es decir, la presión por la escolarización, por el cumplir con los contenidos, por llegar a determinadas cuestiones, condicionaba claramente su forma de ser maestro dentro del aula. Esa es una explicación muy reciente, esto como muy empírico no podría decir, pero es en principio parte de la respuesta que podría darte en relación a ese permiso. Pero, además, creo que también hay una cuestión que tiene que ver con la propia identidad escuela. Es la matriz escuela

los bancos, los lugares. Entrás a una sala de cinco y sabés que es una sala de cinco porque tenés la mesita... Entrás a una escuela de escolarización y la matriz, ya lo simbólico de cómo están ubicados los chiquilines, cuál es el papel... Todos decimos hoy día que el papel del docente no es el papel de aportar información como tenía originalmente la escuela, sin embargo, entrás a la escuela y eso es lo que predomina. O sea, a mí me parece que pasa eso, que en inicial se es más creativo porque está descomprimido y porque nace de una manera distinta a como nace la escuela tradicional.

**Responde: Verona Batiuk**

Diego señala varias cuestiones para comentar. Para empezar, voy a tomar lo que dijo sobre mis comentarios, dado que reconoció plenas coincidencias entre el planteo de Melina y el mío. Me referiré entonces a las escenas que Melina mostró en los videos en las que se apreciaron situaciones de la enseñanza sobre el sonido y el planteo de Diego acerca de que se tratarían de situaciones de juego.

Lo primero que quiero destacar que quien tiene más claro qué es jugar es el niño pequeño. Él es capaz de decir de buenas a primeras "estoy jugando" o "no estoy jugando". Una de las cosas que el nivel inicial hizo siempre fue "disfrazar" todo de juego. En el video, cuando los niños analizan y hacen apreciaciones sobre los sonidos que producirán las botellas que les muestra la maestra y responden a sus preguntas, en realidad están realizando una experiencia, están observando qué pasa con los sonidos según la cantidad de líquido que tengan las botellas. Pues bien, eso no es un juego.



Eso no quiere decir que no haya una presentación de la actividad de modo lúdico pero es necesario diferenciar qué es un juego genuino donde el niño está suspendido de la realidad –que es lo característico del juego– de otras situaciones que tienen una aproximación lúdica pero son de indagación, exploración, observación, etcétera.

Respecto del comentario que hizo Diego acerca de que este panel es de política educativa y que ni se mencionó el tema, quiero destacar que las referencias que presenté, sobre todo al inicio y al final de mi intervención, aludían, precisamente, a la mirada y la responsabilidad política sobre la enseñanza. Mis comentarios destacaron que los desarrollos de Melina sobre enseñanza de la ciencia son muy valiosos, pero que es indispensable propiciar el diálogo entre los pedagogos generalistas, en particular quienes tenemos responsabilidad en la gestión y la cooperación, dado que nuestra mirada está centrada en la propuesta pedagógica para el nivel inicial, atenta a las características singulares de la etapa vital de los niños, con quienes son expertos en distintas disciplinas.

De hecho, si dialogamos con un cientista social, él destacará una serie extensa de cuestiones que los niños deberían abordar y conocer acerca del mundo social. Ustedes, como expertos en ciencias naturales, destacarán –como lo hace Melina en su texto– la importancia de abordar el conocimiento del mundo natural. El especialista en matemática se referirá a la importancia de los conocimientos sobre su disciplina y el de arte va a expresar una serie extensa y considerable de cuestiones que resultan valiosas sobre la experiencia de los niños pequeños a través de las expresiones artísticas, y subrayará que eso debería ser una cuestión central del currículum

escolar del nivel inicial. Entonces, lo que nosotros debemos hacer es tratar establecer un diálogo y un equilibrio entre los recorridos que hagan los niños pequeños acerca del conocimiento del mundo social, natural y del arte. Esos recorridos son aproximaciones iniciales, no tienen la rigurosidad que eventualmente se les dará en su escolaridad posterior. Lo clave es que esas aproximaciones estén articuladas con propuestas de juego. Para eso es necesaria una alternancia entre unas y otras: entre observaciones, lectura a cargo del maestro, expresiones plásticas y experiencias de juego genuinas.

Por eso, yo señalaba que en el nivel inicial se puede hablar, por ejemplo, del espacio, que se pueda conversar con los chicos acerca de cómo los hombres conocen el espacio, qué hacen esas personas que lo investigan, qué cosas se conocen y qué interrogantes siguen sin responderse, qué viajes se han podido realizar. También, observar videos o imágenes acerca de los cohetes, los materiales con los que se construyen, cómo despegan, similitudes y diferencias con los aviones, en fin. Y a su vez brindar a los niños oportunidades de dramatizar, de jugar a ser astronautas o astrónomos. No se trata de abordajes excluyentes, todo lo contrario, de hecho las observaciones, las lecturas, las experiencias directas alimentan el juego.

### **Responde: Melina Furman**

Estoy súper de acuerdo, me parece que lo que yo veo que está faltando en el juego, es un juego en donde lo empírico no es sólo aprender sobre los astronautas y cómo viven, cómo miramos al cielo con un telescopio. Sino de lo empírico de ver fenómenos y



charlar y discutir un poco de lo que hablaba María. Creo que el desafío es cómo incluir eso también, no solo el juego de roles dramáticos, sino que también es obviamente fundamental.

**Responde: Verona Batiuk**

Para tener un acercamiento más empírico, de análisis de algunos fenómenos, creo que uno de los juegos que más lo habilita es el juego con objetos y el de construcción. En el juego de construcción los niños pequeños empiezan a entender cómo relacionarse con ciertos objetos físicos, que esos tienen unas características específicas, que no necesariamente pueden manipularse “a gusto”, que les imponen ciertas limitaciones a aquello que los niños quieren hacer. Esa es una vía interesante.

**Responde: Melina Furman**

De todas formas, lo que está mucho más ausente es un juego, una exploración centrada en los fenómenos empíricos. Por ahí es eso de lo que estamos hablando, empezar de a poquito a introducirlos como contexto de exploración y de formación del pensamiento, incluso del lenguaje.

**Responde: Verona Batiuk**

Estoy de acuerdo con que esas son ausencias, pero el tema es que hay ausencias mucho más graves en las instituciones de educación inicial.

A eso me refería cuando hablaba de establecer prioridades pedagógicas en clave política. Por ejemplo, de las observaciones que realizamos en salas en seis provincias<sup>1</sup> no pudimos reconocer como práctica extendida la lectura de un cuento diaria. El diagnóstico con respaldo empírico muestra que es indispensable establecer algunos focos en el mediano plazo para hacer una diferencia favorable en la formación de los niños pequeños en algunas cuestiones sustantivas y que no pueden dejar de atenderse. Y sobre eso, si nos remitimos a la Ley de Educación Nacional y a los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios para el nivel, juego y alfabetización se erigen como contenidos centrales.

Desde los proyectos de cooperación que implementamos en distintos lugares del país, trabajamos con docentes y directivos para que la práctica de la lectura de literatura a cargo del maestro sea parte de la vida cotidiana del jardín. Nos encontramos en ese punto.

Para garantizarlo, una de las políticas centrales es la formación continua. En la Argentina, a diferencia de otros países de la región, tenemos docentes titulados de nivel inicial con una carrera específica cuya duración es de cuatro años. Pero esa variable, el tipo de formación de quienes ejercen a cargo de niños, que es comparativamente una ventaja respecto de lo que pasa en otros países de la región, en el caso nacional yo diría que está saturada, no hace una diferencia. Es indispensable que trabajemos con los docentes cuando están ejerciendo en la sala, por eso todas nuestras intervenciones en cooperación con los gobiernos están puestas en la formación continua. En el país son alrededor de

<sup>1</sup> Véase Batiuk y Coria. *Las oportunidades educativas en el Nivel Inicial*.



ochenta mil los docentes de nivel inicial en ejercicio, con el título habilitante y las herramientas que pudieron construir en esos años de formación y en la propia práctica profesional.

**Responde: Susana Basualdo**

Bueno, yo me quedé pensando en esto que decías. No me quedó muy claro.

Una de las cuestiones que me parece interesante que se están jugando acá en la mesa es el tema de las intervenciones docentes. Yo creo fuertemente en el tema de la formación continua y creo que muchas cosas que deberían suceder, no suceden, desde ya.

Toda la descripción que vos hacés, estás hablando del marco general del diseño curricular, por lo menos del gobierno de la ciudad y creo que el de todas las provincias también el tema de la dramatización, el tema del juego, todo eso está muy fuertemente encuadrado en la propuesta del nivel inicial y la intervención docente. Pero el juego es libre, hay horas muertas, hay cuestiones que deberían pasar y que no pasan.

Nosotros estamos trabajando desde el nivel inicial en la capacitación, no solamente fuera de servicio, sino en servicio. Porque creemos que sí, muchas cosas no suceden.

El tema del equipamiento y los materiales, y los espacios, no bastan. Sino el trabajo continuo del docente y la reflexión sobre la tarea diaria. En eso también estamos trabajando.

En la escolarización, cuando hablan de escolarización yo siempre difiero y me gusta puntualizarlo, porque nosotros hablamos de escolarización desde los 45 días a los 5 años. Por supuesto escolarización hasta el 5.º año de la secundaria, pero nuestro nivel está escolarizado desde los 45 días. Cuando nosotros hablamos, como algunas cuestiones que nos preocupan con respecto al trabajo con contenidos, que es lo que vos puntualizás y que te preocupa de propuestas de los especialistas en las diferentes áreas, es que justamente acá en ciudad en esto también hemos caído durante muchos años muy fuertemente en el tema de las áreas, o sea, está primarizado el jardín porque el trabajo, las propuestas tenían que ver con contenidos, contenidos, contenidos y se había dejado mucho de lado el juego.

Estamos tratando de revertir esto, reflexionando sobre esto y tratando de retomarlo a pesar de que era uno de los perfiles del nivel inicial, en un momento esto se veía perdido. Pero lo estamos retomando con una capacitación permanente y hay mucho trabajo de capacitación en servicio. Se organizan de distintas maneras según las posibilidades de cada escuela. Pero se trabaja mucho en capacitación en servicio también.

**Responde: María Dibarbouré**

Yo me quedé pensando en esta tensión, que me parece que podemos negociar en que podamos tener un poquito de todo. Creo que, y en esto sí me parece que yo voy a quebrar una lanza por las áreas, en realidad no son por los contenidos en sí, sino por lo que esas áreas posibilitan y desarrollan.



Está claro que si algo nos mostraron los enfoques socioculturales, son las situaciones y las tareas las que permiten la capacidad de ciertos desarrollos, de pensamiento, que es lo que nos está convocando hoy aquí.

Entonces, uno puede de una manera ir conjugando. Uno dice bueno, leer el cuento por el cuento en sí, pero la lectura del cuento me puede llevar a alguna historia que podrá ser cierta, no cierta, verosímil o no, y me da lugar a que pueda tener como puente el mundo natural, social o el que fuera.

Lo que creo es que hay una pregunta que Melina se hace muy a menudo, que es en la que probablemente no acordemos, y es ¿qué es lo queremos que aprendan? O sea, ¿cuál es la misión que deberían tener cuando asisten a la escuela? ¿Qué es lo que quiero que aprendan? Entonces ahí es donde se juega, ¿es el contenido en sí de la disciplina o aquellas habilidades, aquellos desarrollos de forma de hablar, de pensar, de decir, de hacer que esa disciplina te posibilitan? Porque yo te puedo decir que tuve la posibilidad de jugar, toda una escuela jugó carreras de autitos y en realidad lo que estábamos aprendiendo era una cantidad de cuestiones que tenían que ver con los movimientos.

Los más chiquitos, el problema de las rampas y qué alturas, y cómo elegían las ruedas, porque lo que querían era que su autito ganara. Y ahí en realidad estábamos jugando a carreras de autitos, pero los chiquilines estaban aprendiendo cosas de física. O sea, en el momento que el chiquito que iba a un bolsón donde había autitos para jugar, el que lo quería más grande, el que quería las ruedas patones pero que tenían un rozamiento imponente y el autito por más grande que fuera se le quedaba

a mitad del camino y tenía que preguntarse con los otros qué era lo que pasaba...

O sea, creo que podemos irnos de esta mesa habiendo negociado que se puede un poco de todo.

### **Responde: Susana Basualdo**

Yo tengo un ejemplo que recién quería también comentarles con respecto a este tema de las áreas y la preocupación del juego y las áreas. Nosotros tenemos muchísimas experiencias que tienen que ver con proyectos, que tienen que ver con el juego y contenidos específicos de algunas áreas. Los niños aprenden matemática articulando con plástica, haciendo un álbum de figuritas, intercambiando las figuritas y trabajando con los números, con sus propios dibujos. O sea que están aprendiendo plástica, están aprendiendo algún contenido de ciencias naturales y los dibujos tienen que ver con la huerta.

O sea, hay un trabajo de transversalidad con los contenidos y el juego. Esto tiene que ver con la intervención docente y la intención del docente cuando se propone a planificar la tarea.

### **Moderador: Gabriel Gellon**

Como un breve cierre, solo quiero decir que en este caso ya no estamos tan restringidos por el



tema de las políticas, sino que se trata de ideas, experiencias y desafíos. Entonces es mucho más abierto, y podemos ver cosas que puedan venir desde la sociedad civil, desde las universidades o

incluso desde los Estados, digamos, también como políticas pero no restringidos solamente a eso.

Muchas gracias.





## TEMA II

### Ideas, experiencias y desafíos en la construcción del pensamiento científico y tecnológico

*Moderador: Gabriel Gellon*

Bueno, si ustedes tienen preguntas uno para el otro, son bienvenidas.

Mauricio, yo quería consultarte primero si podrías elaborar un poquito y contarnos algún ejemplo con un poco más de detalle cuando vos decías “hicimos esta determinada actividad”, “cuando se nos presenta un problema determinado...”.

Y lo otro que te voy a preguntar, tiene que ver con lo que mencionaste acerca de que los materiales que ustedes generan tienen un alto grado de prescripción. Y nosotros, justamente, estuvimos con Melina Furman en una reunión hace poco en el contexto del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación, donde palpábamos que muchas de las tensiones que hay de los actores en el ministerio tienen que ver justamente con el grado de prescripción que se les da a los materiales que se generan para docentes.

Entonces, yo quería preguntarte, ya que hablaste de la evidencia, si tenés ahora, como para referir, algún tipo de evidencia de que el grado de prescripción alto está bueno y que un grado bajo de prescripción no está bueno.

Además, qué quiere decir que es un alto grado. ¿Cuán alto es alto? ¿Qué significa? Con algún ejemplo.

### **Responde: Mauricio Duque Escobar**

Empiezo con la segunda pregunta. A nivel de prescripción se pueden encontrar materiales de diferentes niveles, uno de alto nivel de prescripción ha sido utilizado con éxito en África para la enseñanza de la lectura inicial, el cual es uno de los grandes problemas de muchos países no desarrollados o en vías de desarrollo, como es el caso colombiano. En nuestro caso, aproximadamente el 60% de los niños llegan a 3.º de primaria sin poder leer realmente, sin estar en capacidad de leer comprendiendo.

Logran descifrar a una velocidad tan lenta que cuando llegan al final de la frase, ya se les olvidó el comienzo, entonces no hay comprensión lectora posible sin un buen nivel de automaticidad en la lectura.

En el caso de África se les entrega a los docentes una tableta para que vayan leyendo de allí la clase. Allí está: qué decirle a los niños, cómo empezar, qué actividad ponerles. Se espera que el docente siga las instrucciones al pie de la letra, eso es altamente prescriptivo.

Nosotros estamos trabajando en un nivel de prescripción bastante menor que ese, pero donde claramente en unas guías didácticas se le dice al docente cómo es la secuencia de actividades empezando por definir claramente el objetivo, cómo son las secuencias de actividades, qué tipo de preguntas se sugiere que se hagan. No necesariamente se le dice “haga estas preguntas”, sino, más bien, “haga preguntas de esta naturaleza”. Está pautado en términos de los diferentes momentos y se incluyen también los instrumentos, por ejemplo, de evaluación.



En el caso de las cartillas de matemáticas, las cuales presenté, el nivel de prescripción en Colombia fue considerado alto. Sin embargo, cuando llegamos al aula de clases nos dimos cuenta de que faltó un poco más de prescripción y mayor claridad en los pasos y las instrucciones. Esto se debe a que los docentes efectivamente tienen muchos problemas para desarrollar actividades, su formación en didáctica es muy débil o no es pertinente, por lo que les falta criterio para resolver situaciones de algún nivel de ambigüedad. En el caso colombiano, buena parte de los docentes tienen una formación deficiente, son parte de un sistema que se cierra sobre sí, el cual forma personas que no tienen las competencias necesarias para enseñar de manera efectiva y que lamentablemente son las personas responsables de educar a los más desfavorecidos, quienes, a su vez, tienen las mayores necesidades educativas.

Entonces, el caso, por ejemplo, del material de matemática, resultó de prescripción insuficiente, y en este momento estamos completando el material con unos videos que le muestran al docente cómo se hace el manejo físico. Estoy hablando de que tuvimos problemas con la manipulación de elementos concretos para modelar la suma en primer grado, por ejemplo. Entonces, lo que estamos haciendo son videos que le muestran al docente cómo se hace ese manejo. Esa es la situación que hemos tenido, y las evidencias que tenemos es la dificultad de los docentes para comprender los procesos que se proponen para utilizar estas guías de matemáticas apropiadamente. Cuando las leímos originalmente considerábamos que eran bastante prescriptivas, y lo que nos dimos cuenta es que es necesario un poco más de prescripción.

En una encuesta realizada entre docentes del programa, aproximadamente un tercio de los docentes tuvieron problemas con la lectura y la puesta en el salón de las actividades que se proponían. Un 30% encontraron algunas dificultades y lo hicieron, y solo un 30% indican que le sacaron un gran provecho al material educativo.

Con respecto al tipo de problemas que se plantean, cada una de las 25 cartillas tiene un problema. Recuerdo uno en particular que es la historia de los incas, es de 3.º primaria donde están trabajando figuras geométricas y el reto que tienen los estudiantes es tratar de hacer un escudo utilizando diferentes formas geométricas, para cubrir todo el escudo con una serie de piedritas y cositas que tienen que hacer. Hay muchas formas de hacerlo y eso lleva toda una reflexión sobre las figuras geométricas, las áreas, los perímetros que deben los estudiantes poder resolver al final de la unidad, donde todo el trabajo en los centros de aprendizaje explícito está relacionado con ese tema.

Siempre se plantea un problema a resolver que sirve de contexto y motivación. Otro problema que recuerdo es el de unos exploradores que tienen que llevar unas bolsas con oro de un sitio a otro y tienen diferentes formas de empacarlo, con una serie de restricciones que se deben cumplir. Si bien el problema tiene varias soluciones, muchas de ellas no son soluciones viables pues violan las restricciones.

Otro ejemplo es el de un viaje a ver un partido de fútbol, para 5.º de primaria, en el cual tienen que elaborar un presupuesto y decidir cómo van a gastar ese presupuesto que es limitado entre diferentes actividades, escogiendo el tipo de transporte, el tipo



de alimentación, el tipo de alojamiento y ellos deben lograr una solución viable al problema.

Básicamente en torno a ese tipo de problemas se plantea.

**Pregunta: Gabriel Gellon**

¿Cuánto tiempo tardan en resolver una de esas unidades? ¿Y sentís que ese es el juego completo que planteaba Melina? O si no lo es y en cuyo caso, ¿qué opinión te merece la idea de juego completo?

**Responde: Mauricio Duque Escobar**

Básicamente cada cartilla está diseñada para unas seis semanas de trabajo, un bimestre en muchos casos. El mismo problema se comienza en una semana, se estructura el problema, luego viene una serie de cuatro a cinco centros de aprendizaje donde se promueve una enseñanza explícita. Un centro de aprendizaje al interior tiene una estructura en varias fases: una fase de desarrollo con los estudiantes, una fase de reflexión sobre lo que se aprendió ahí, una fase de aplicación en problemas para poner en funcionamiento y valorizar los aprendizajes.

**Pregunta: Gabriel Gellon**

¿Son seis semanas para capacitar a los docentes o son seis semanas con los chicos?

**Responde: Mauricio Duque Escobar**

No. Estamos hablando de que cada situación problema implica seis semanas de trabajo con los chicos. La capacitación de los docentes la estamos desarrollando a más largo plazo porque estamos haciendo un acompañamiento que está planeado a varios años, tres por ahora. Con visitas a la escuela, con observación de aula, con actividades de talleres de preparación, con puestas en escena de todas las actividades, porque parte de lo que tratamos de hacer es que el docente viva alguna de las actividades, el problema es que no hay tiempo para que él pueda vivir todas con un facilitador y ahí es donde definitivamente fue necesario desarrollar los videos de información para los docentes.

**Pregunta: Gabriel Gellon**

Cristián Rizzi, vos tocaste un tema que me parece que está cercano a tu corazón, lo hemos hablado varias veces tomando café. Tiene que ver con el uso de simuladores, básicamente realidades virtuales que existen en un ámbito digital y que modelan algo que podría pasar o que pasó en la realidad. Entonces, poder estudiar la realidad desde ese punto de vista. Hay simulaciones de biología o de física. Y a mí a veces, me dan un poco de urticaria esas situaciones porque pienso que la ciencia empírica lo que trata de hacer es estudiar la realidad física, realmente, no una realidad que está en la cabeza de una persona que lo simuló.

Quería ver tu opinión, qué sentís respecto de esto. Y también la opinión de Mauricio Duque, si tenés algo que agregar con respecto a esta dicotomía



de cuán útil es o cuánto viola el espíritu primario de la ciencia el uso de simulaciones en computadoras.

**Responde: Cristián Rizzi Iribarren**

Buenísima la pregunta Gabriel.

Lo que yo creo es que por un lado podría dar una respuesta cómoda que tiene que ver con que a veces lo que se busca es simular o utilizar simuladores para situaciones que no se pueden replicar, o que son muy peligrosas, o que son imposibles porque son muy lentas o porque son muy costosas. O porque son imposibles de representar.

Entonces eso por un lado tiene que ver como una justificación primaria, por supuesto que no hay una exclusión, está de más decirlo, digamos que no se excluyen mutuamente. No debe existir una o la otra.

Por mi parte lo que digo es que los modelos de simulación, para mí, tienen un atractivo interesante en el sentido de permitir hacer ciencia en el aula.

Hay dos cosas. Por un lado está el crear y el usar simuladores. Por un lado en el ciclo de usar, modificar, crear, hay algo implícito de que en el momento que yo tengo que crear el modelo de simulación tengo que entender cómo funciona, cómo es ese fenómeno. Entonces, en ese proceso de creación, que es un claro ejemplo de *tinkering*, voy aprendiendo sobre ese fenómeno. Me voy haciendo preguntas sobre ese fenómeno.

Pero entonces por qué funciona de esta manera, por qué en la vida real o en el mundo físico o en el mundo real esto sucede, etcétera.

Por otro lado, muchos de los modelos de simulación tienen una particularidad que es que permiten hacer visible lo invisible, o permiten de alguna manera volver concreto lo abstracto. Cosas que a algunos les cuesta mucho ver, a otros no les cuesta. Pero hay muchos que les cuesta ver y entonces poder tener un modelo aunque no sea, por supuesto, tomando la noción de modelo que no es igual a la realidad, sino que es una representación de esa realidad, lo ayuda a entender mejor algunos conceptos. Entonces esto es lo que digo.

Me parece que la posibilidad de que un estudiante, en el modo si se quiere de usar un modelo de simulación, pueda identificar una pregunta, diseñar un experimento porque el modelo de simulación tiene como parámetros con los cuales yo puedo jugar, tiene variables que yo puedo cambiar. Es decir, bueno a ver si mi pregunta es esta, cuáles son los parámetros que tengo que tocar, a ver qué es lo que pasa. El hecho de poder representar gráficamente, analizar esos datos, ver qué es lo que sucede con esa hipótesis, con eso que predije, me parece que es de un valor grande. Y sobre todo la posibilidad de hacer múltiples ensayos en un tiempo corto. Me parece que son cosas muy valiosas para el hacer de la ciencia.

Por ejemplo, hay un modelo de simulación interesante sobre ecología de poblaciones. Yo trabajo mucho con un lenguaje que trabaja con un modelado basado en agentes. Es decir, uno establece reglas. En vez de hacer el modelado matemático tradicional, donde uno diría bueno, qué se yo, la



ecología de las poblaciones se rige por dos o tres ecuaciones, las ecuaciones de Lotka-Volterra por ejemplo, pero que establecen reglas sobre el conjunto, no sobre cada individuo.

Acá, de lo que se trata es de establecer reglas sobre esos individuos, entonces yo digo bueno tengo una población de ovejas, tengo tantas ovejas, tengo tantos lobos y tengo una cantidad determinada de pasto.

Bueno las ovejas comen pasto y cuando comen pasto, ganan energía. Cuando se mueven, pierden energía.

Los lobos ganan energía cuando se comen a las ovejas. Ese pasto puede crecer en una determinada cantidad de tiempo, por supuesto todos los modelos tienen implícita una aleatoriedad.

Los lobos tienen una posibilidad determinada de reproducirse, tienen una posibilidad determinada de comer esas ovejas.

Bueno, ¿qué es lo que va pasando cuando yo pongo a tantas ovejas, cuando yo pongo a tantos lobos? ¿Qué es lo que pasa si el pasto crece? Puedo simular escenarios. Puedo decir, bueno qué pasa si viene una sequía, qué es lo que sucede con esas poblaciones.

Y mucho de lo que dice Resnick, por ejemplo, que es un discípulo de Papert, que fue el creador de Starlogo, él dice que una de las cosas en las que él está más interesado es en las estimulaciones más que en las simulaciones. Es decir, no tanto qué es lo que genera, sino de qué manera me hace pensar.

Y Papert, digamos porque esto del modelado basado en agente, viene con esa vertiente, es el

poder reconocer sin pensarse a uno mismo como un agente, ¿no? Entonces qué pasa, yo soy el lobo, yo soy el que camino, el que pierdo energías, yo soy el que como las ovejas, cómo me comporto y qué es lo que a mí me sucede.

### **Responde: Mauricio Duque Escobar**

Sobre el tema de las simulaciones, considero que presentan dos aproximaciones, la primera es si uno puede aproximar el mundo natural vía simulaciones para aprender del mundo natural y una bien diferente es la simulación como parte del trabajo científico y tecnológico.

Construimos simuladores para poder inferir cosas que no podríamos fácilmente inferir o cuya observación en el mundo real tiene sus complicaciones. Y de hecho la ingeniería está basada en simulaciones y modelos que le permiten al ingeniero anticiparse si un material va a funcionar o no en ciertas condiciones, sin tener que hacer la prueba después y eventualmente poner en riesgo vidas humanas.

Entonces creo que sí es un aprendizaje fundamental aprender a construir modelos, aprender a saber que los modelos tienen limitaciones, detectar las limitaciones y saber interpretar los resultados.

Del otro lado está el tema de si uno puede "reemplazar" el mundo natural con un modelo para propósitos didácticos de aprendizaje. En una de las investigaciones que trabajo con unos colegas en Francia, hemos estado tratando de comparar qué



diferencia existe en el aprendizaje entre aproximar un fenómeno dado físicamente enfrentado a él de forma teleoperada o simplemente con un simulador de por medio, y hasta este momento no hemos encontrado grandes diferencias, y la bibliografía, en efecto, tampoco es concluyente. Se presentan resultados que van para un lado o para otro, no hay realmente nada concluyente en ese tema.

**Responde: Cristián Rizzi Iribarren**

Una cosa más que me gustaría aportar. Tiene que ver con el advenimiento de nuevas

disciplinas que posibilita la tecnología, como la biología computacional. En el marco de un curso masivo (MOOC) que tuvimos invité a una bióloga computacional, ella trabaja en proteínas, en alergia en caseínas.

Uno lee los trabajos y habla del ensayo *in silico*, con la computadora. O sea, igual que se habla *in vivo*, *in vitro*, se habla *in silico* y es un paso fundamental del trabajo científico el pasar por ese punto.

Permite hacer, elaborar teorías, establecer escenarios complejos de lo que pasaría, cómo es la interacción entre esas proteínas.



Desde su constitución en 1979, la **Fundación Santillana** ha tenido entre sus principales objetivos colaborar en la creación y la difusión de información, impulsar proyectos educativos y culturales renovadores, establecer vínculos de cooperación entre España y América, convocar foros de intercambio intelectual y auspiciar iniciativas relacionadas con el mundo de la edición, la información y la educación.

El **16 de noviembre de 2004** se instaló en la Argentina, y desde entonces organiza el **Foro Latinoamericano de Educación**, el **Premio Vivalectura**, conferencias y seminarios de alfabetización.

Sus acciones se sustentan en los siguientes valores:

- Universalizar, con total independencia y sin trabas ni límites, el acceso a la información educativa con rigor científico: difundir información y generar conocimiento.

- Apostar por el desarrollo social a través de la educación en condiciones de equidad.
- Apoyar la difusión y la apropiación de la educación como valor positivo para el desarrollo humano y social.
- Promover un concepto de educación asociado con el desarrollo de competencias que ofrezca más y mejores oportunidades para todos.

En este documento compartimos todas las exposiciones presentes en el **XI Foro Latinoamericano de Educación** *La construcción del pensamiento científico y tecnológico en los niños de 3 a 8 años*. De esta forma, la Fundación Santillana continúa su compromiso con la educación propiciando espacios de diálogo académico para la actualización y la profundización de los temas incluidos en la agenda educativa de la región.



