

Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata

EL IMPACTO DE LA INDAGACIÓN GUIADA SOBRE EL APRENDIZAJE DE LA HABILIDAD DE DISEÑO EXPERIMENTAL

DI MAURO, MARÍA FLORENCIA¹; FURMAN, MELINA²

¹Departamento de Educación Científica. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250, 3er piso, Mar del Plata, Argentina. mfdm82@gmail.com

² Escuela de Educación. Universidad de San Andrés. Vito Dumas 284, Victoria, Buenos Aires, Argentina. mfurman@udesa.edu.ar

RESUMEN

Los currículos de muchos países plantean como objetivos prioritarios la enseñanza de una serie de habilidades relacionadas con los modos de conocer de las ciencias naturales y vinculadas con el desarrollo del pensamiento crítico y autónomo. En este sentido, diferentes autores convergen en la necesidad de generar investigaciones que permitan dar evidencias sobre el tipo de trabajo didáctico que favorece el desarrollo del pensamiento científico desde la escuela primaria. En este estudio indagamos acerca del impacto de una secuencia de indagación guiada en el aprendizaje de habilidades cognitivas de alumnos de cuarto grado de una escuela pública primaria de Mar del Plata. Para esto se trabajó con dos grupos de alumnos, uno denominado grupo experimental, que trabajó con la secuencia de indagación guiada, y un grupo control, en el que los alumnos trabajaron de manera habitual en el área de ciencias naturales. Nuestros resultados muestran que el trabajo a partir de una secuencia guiada que pone el acento en la planificación grupal de aspectos básicos del diseño experimental y la revisión entre pares permitió un avance significativo en el desempeño de habilidades científicas específicas de diseño experimental en los alumnos.

Palabras clave: diseño experimental, habilidades científicas, escuela primaria, indagación guiada.

Sitio web: <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/iii-2012>

La Plata, 26, 27 y 28 Septiembre 2012 – ISSN 2250-8473

INTRODUCCION

Desde hace algunas décadas diversos especialistas enfatizan la importancia del aprendizaje de habilidades científicas, entendidas como modos de conocer especialmente relevantes en el marco del proceso de generación de conocimiento en las ciencias naturales (Arons, 1977; Harlen, 2000). En línea con esto, los currículos de muchos países plantean como objetivos prioritarios la enseñanza de una serie de habilidades relacionadas con los modos de conocer de las ciencias naturales y vinculadas con el desarrollo del pensamiento crítico y autónomo, tales como la capacidad de analizar datos, de diseñar investigaciones para responder a una pregunta o de interpretar y crear modelos explicativos (CFCE, 2004; National Research Council, 1996).

En Argentina, los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (acuerdos de contenidos básicos de enseñanza para todos los alumnos del país) especifican diferentes habilidades científicas que la escuela debe enseñar. En el segundo ciclo de la escuela primaria (que se extiende aproximadamente desde los 9 a los 12 años), se estipula que *“la escuela ofrecerá situaciones de enseñanza que promuevan en los alumnos y alumnas (...) la planificación y realización de exploraciones para indagar acerca de los fenómenos naturales y sus alcances. (...) Frente a la ocurrencia de determinados fenómenos, la formulación de “hipótesis” adecuadas a la edad y al contexto, comparándolas con las de los distintos compañeros y con algunos argumentos basados en los modelos científicos, y el diseño de diferentes modos de ponerlas a prueba. La elaboración de conclusiones a partir de las observaciones realizadas, la información disponible, datos experimentales, debates y confrontación de ideas en clase dando las razones que permiten sostenerlas”* (CFCE, 2004).

La educación primaria, entonces, se presenta como una etapa fundamental para sentar las bases del pensamiento científico (Furman y Podestá, 2009). Sin embargo, las recientes evaluaciones internacionales y nacionales muestran que el objetivo de que los alumnos desarrollen habilidades de pensamiento científico en este nivel educativo está lejos de ser alcanzado y que se hace necesario un replanteo de la forma de enseñanza actual de las ciencias desde los inicios de la escolaridad básica (ONE, 2010; UNESCO, 2009).

Si a estos diagnósticos acerca del desempeño de los alumnos en las evaluaciones les sumamos el diagnóstico general de lo que ocurre en las aulas podemos encontrar evidencias importantes acerca de la relaciones entre las prácticas de enseñanza de los docentes y los aprendizajes de los alumnos. Numerosos estudios dan cuenta de que la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria en nuestro país y la región Latinoamericana en general, sigue un modelo mayormente transmisivo, en el que los conocimientos científicos se presentan como acabados, dejando de lado los modos de pensamiento característicos de la ciencia y el modo en que dichos conocimientos fueron construidos (Furman y Podestá, 2009; Valverde y Näslund Halley, 2010).

Un estudio de Valverde y Näslund-Hadley (2010) mostró un panorama inquietante en este sentido. Los autores observaron que las clases de ciencias del nivel primario y medio en muchas escuelas de Latinoamérica se caracterizan por la memorización mecánica de operaciones rutinarias y la repetición de datos, que los docentes les dan a sus alumnos poca retroalimentación evaluativa y que, además, no reconocen el impacto que tiene este déficit sobre los estudiantes en sus aulas, ya que atribuyen el bajo rendimiento de los alumnos a factores institucionales o contextuales y no a sus prácticas de enseñanza. Existen evidencias que muestran que este abordaje de la enseñanza genera aprendizajes frágiles y superficiales a nivel conceptual, que no favorece el aprendizaje de habilidades científicas y que, además, reproduce una imagen distorsionada de la ciencia, alejada de su propia naturaleza (Porlán, 1993). Frente a esta situación, resulta fundamental realizar investigaciones que permitan dar a conocer qué tipo estrategias didácticas y materiales de trabajo favorecen el desarrollo de habilidades científicas en alumnos de escuela primaria, en tanto se trata de aprendizajes claves, establecidos por los marcos curriculares vigentes, tanto nacionales como internacionales, (CFCE, 2004; NRC, 1996), que fomentan la creatividad, la autonomía en la resolución de problemas y la habilidad de identificar evidencias detrás de afirmaciones, entre otras.

En línea con este objetivo, Zimmerman (2007), sostiene que el pensamiento científico involucra una serie de complejas habilidades cognitivas y metacognitivas y que el desarrollo y consolidación de estas habilidades requiere de una gran práctica y ejercitación, por lo tanto deben profundizarse los estudios relacionados con prácticas que las potencien para comprender los mejores modos de llevar estas prácticas a todas las aulas. Dentro de las capacidades englobadas en lo que distintos autores han llamado “pensamiento científico”, Klahr y Nigam (2004) plantean el diseño de experimentos como una estrategia clave en la educación científica, dado que está en el núcleo de una vasta gama de tópicos científicos y permite que los alumnos diseñen maneras válidas de responder preguntas acerca del funcionamiento del mundo natural. En un estudio longitudinal con niños, los investigadores Bullock y Ziegler (1999) usaron problemas contados a modo de historias que involucraban manipular un número de variables para determinar cuáles eran importantes a la hora de producir un resultado particular (por ejemplo, la construcción del mejor avión). Los autores encontraron que, si bien los alumnos fueron capaces desde 3^{er} grado de esbozar comparaciones para testear una variable (como el peso del avión), no fue hasta 5^{to} grado que pudieron proponer experimentos controlados. A partir de 6^{to} grado, su desempeño alcanzó un nivel máximo, comparable al de un grupo de adultos ante la misma tarea. En este sentido, si bien existen diversas investigaciones que se preguntan por las relaciones entre distintas estrategias de enseñanza y el desarrollo de habilidades científicas, el grado óptimo de instrucción o guía que debe tener una propuesta de enseñanza que favorezca el desarrollo de estrategias de pensamiento vinculadas con el diseño de experimentos es un tema actualmente en debate.

En este trabajo indagamos acerca del impacto de una secuencia de indagación guiada en el desarrollo de habilidades cognitivas que alumnos de 9 y 10 años (4to grado) de una escuela pública primaria de Mar del Plata ponen en juego en la resolución de problemas de ciencias naturales. La intervención consistió en un trabajo en el aula con los alumnos de 2 horas semanales, durante 8 semanas, con secuencias didácticas centradas en actividades de indagación

y especialmente diseñadas para trabajar habilidades científicas vinculadas con la planificación de un experimento para responder a una pregunta investigable, incluyendo la identificación de la pregunta a investigar y el diseño de aspectos básicos de la experiencia. Específicamente, la investigación busca analizar si la organización de la enseñanza alrededor de las etapas básicas de una investigación en la cual el docente guía de cerca a los alumnos en la tarea de planificar experimentos mejora el desempeño de los alumnos en dicha tarea.

METODOLOGÍA

Con el objetivo de conocer el impacto de la propuesta de enseñanza descripta sobre el aprendizaje de los alumnos, se realizó un estudio cuasi- experimental y longitudinal con componentes cuantitativas y cualitativas.

Participantes

Se trabajó con 2 grupos de alumnos, de edades comprendidas entre 9 y 10 años (4° grado) pertenecientes a una escuela primaria de gestión pública de la ciudad de Mar del Plata. Esta institución fue elegida por ser una escuela perteneciente al Proyecto de Extensión *Laboratorios conciencia* de la Universidad de Mar del Plata (UNMdP). Esto implica un compromiso institucional en la mejora de la enseñanza de las ciencias naturales en el marco del Proyecto de Extensión mencionado. Se trabajó en paralelo con dos grupos de alumnos, uno denominado grupo experimental (n=30) al que se aplicó la intervención educativa (es decir, que trabajaron con la secuencia didáctica durante 8 semanas) y un grupo control, (n =30) en el que los alumnos siguieron trabajando de manera habitual en el área de ciencias naturales.

Instrumento de evaluación

Se evaluó a los alumnos de forma individual en dos momentos: antes de la instrucción (instancia pretest) y después de la instrucción (instancia posttest). El instrumento de evaluación (pretest y posttest) fue elaborado por las autoras en base a los contenidos propuestos para este nivel por el Diseño Curricular de la Provincia de Buenos Aires. Previamente, se realizó una prueba piloto en niños de la misma edad en una escuela de contexto similar, que permitió corregir y adecuar las actividades. Si bien la evaluación presentó diferentes actividades destinadas a indagar sobre el aprendizaje de una serie más amplia de habilidades científicas, en este trabajo se hará mención solo a las actividades relacionadas con las habilidades de planificar experimentos.

La evaluación consistió en presentarles a los niños dos problemas de ciencias naturales (uno en el pretest y otro en el posttest) de características y nivel de dificultad similar, con resolución abierta, relatados como historias simples y contextualizadas en situaciones cotidianas, cercanas a la realidad de los alumnos, que proponían preguntas de investigación. Los alumnos debían plantear el camino para responder la pregunta investigable mediante un dibujo y un pequeño párrafo explicativo detallando todos los materiales y pasos para resolverla, como se ve en el Cuadro 1.

Pretest: Lee el siguiente problema y resuelve las actividades:

Boris quiere averiguar si el colorante para teñir una remera se disolverá mejor en agua caliente o fría. Y le propone a Clarita ponerlo a prueba con un experimento.

1) ¿Qué experimento puede hacer Boris para averiguarlo?

Dibuja el experimento en el recuadro indicando los materiales usados (recuerda tener en cuenta todos los detalles para hacer el experimento).

Postest: Lee el siguiente problema y resuelve las actividades:

Boris quiere averiguar si el plástico es mejor material que el metal para fabricar cucharas para sopa

1) ¿Qué experimento puede hacer Boris para averiguarlo?

Dibuja el experimento en el recuadro, indica los materiales usados y a continuación explícalo (recuerda tener en cuenta todos los detalles para hacer el experimento).

Cuadro 1: Problemas de ciencias naturales tomados en el pretest y postest.

Análisis de resultados

Con el fin de analizar las respuestas de los alumnos se establecieron diferentes niveles de desempeño para la habilidad de diseño experimental. Se plantearon 4 niveles de desempeño: nivel 1: ausente, nivel 2: incipiente, nivel 3: en desarrollo y nivel 4: avanzado (véase Tabla 1). Dichos niveles surgieron de un análisis preliminar de las respuestas de los alumnos en las evaluaciones diagnósticas, combinado con la identificación de aspectos clave que forman parte de la habilidad de diseño experimental (Zimmerman, 2007). El nivel avanzado (nivel 4) es nuestro nivel de referencia, es decir que es el nivel óptimo al que, de acuerdo a la investigación y los marcos curriculares, se espera que puedan llegar los alumnos de esta edad. Este nivel se definió como, la capacidad de los niños de elaborar comparaciones entre dos condiciones que diferían en la variable a evaluar, junto con la mención a un modo de evaluar/medir el efecto de dicha variable, y la referencia a otras variables o condiciones experimentales que debían permanecer constantes para que el diseño fuera válido. Dos observadores independientes clasificaron las respuestas de los niños luego de consensuar los criterios. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). En un primer paso se evaluaron las características de los grupos antes de la instrucción en cuanto a las habilidades científicas desempeñadas comparando el pretest del grupo control y experimental mediante una prueba chi

Sitio web: <http://jornadaceyn.fahce.unlp.edu.ar/iii-2012>

La Plata, 26, 27 y 28 Septiembre 2012 – ISSN 2250-8473

-cuadrado. Luego se realizó la misma prueba estadística para analizar si las diferencias entre el los momentos pretest y posttest resultaban o no significativas en ambos grupos (control y experimental).

Niveles	Descripción
Nivel 1 Ausente	No plantea una comparación correcta entre dos situaciones ni un camino coherente para resolver el problema
Nivel 2 Incipiente	Plantea sólo una comparación correcta (en este caso: colorante con agua caliente y con agua fría), pero no incluye otros aspectos del experimento.
Nivel 3 En desarrollo	Plantea una comparación correcta, y agrega solo uno de los siguientes parámetros: una estrategia de medición o identifica alguna variable que debe permanecer constante.
Nivel 4 Avanzado	Plantea una comparación correcta una estrategia de medición (ej. ver cuánto tiempo tarda en colorearse el agua o la camiseta) e identifica al menos alguna variable que debe mantenerse constante (ej. la cantidad de agua).

Tabla 1: Niveles de habilidades de diseño experimental. Con el fin de analizar las respuestas de los alumnos se establecieron diferentes niveles de desempeño para la habilidad de diseño experimental. El nivel avanzado (nivel 4) es nuestro nivel de referencia, es decir que es el nivel óptimo al que, de acuerdo a la investigación y los marcos curriculares, se espera que puedan llegar los alumnos de esta edad.

Descripción de la propuesta didáctica diseñada

Se realizaron ocho encuentros de 2 horas cada uno. Todos los encuentros se llevaron adelante en el aula con la docente del área de ciencias naturales trabajando en conjunto con una de las autoras de este trabajo (Di Mauro). Los alumnos trabajaron en forma grupal en la resolución de tres problemas de ciencias naturales. Los problemas fueron generados de forma intencionada para


trabajar habilidades científicas específicas, en este caso el diseño experimental. De las situaciones problemáticas se desprende una pregunta de investigación que permite distintas formas de resolución. Para guiar la resolución de los problemas se plantearon una serie de preguntas guía, que orientaban a los alumnos a pensar de manera secuenciada en los pasos básicos de la planificación de un experimento: la formulación de una pregunta de investigación a partir de un problema narrado como historia, seguido por la identificación de los grupos experimentales a comparar, la identificación de la variable a medir y de las condiciones que deben permanecer constantes, entre otras. Se muestra una de las actividades en la Figura 1.

Luego de que cada grupo trabajó sobre su guía, se discutieron los diseños realizados, con la participación activa del docente como moderadora de la discusión y se mejoraron los diseños de cada grupo. A continuación los alumnos llevaron adelante el diseño planificado. Los resultados obtenidos también se presentaron a los compañeros y se sacaron conclusiones en respuesta a la pregunta planteada.

¿DE QUÉ SE ALIMENTAN LAS LEVADURAS?

1) Lee el siguiente problema y responde las preguntas.

Boris leyó en un libro de ciencias naturales que existen unos organismos muy pequeños, llamados levaduras. Clarita le contó a Boris que cuando las levaduras se alimentan, liberan un gas y se observan pequeñas burbujas y que cuanto mejor se alimentan más burbujas producen. Boris le dice que él esta seguro que las levaduras se alimentan mejor de edulcorante que de azúcar y Clarita le propone ponerlo a prueba realizando un experimento sencillo. ¡Vamos a ayudarlos!



a) ¿Qué pregunta quieren contestar los chicos?

2. En grupo discutan y realicen las actividades:
En el experimento de los chicos:

a) ¿Qué tienen que comparar?
b) ¿Qué van a medir? ¿Cómo lo pueden medir?
c) Para realizar esta experiencia y obtener resultados que le sirvan a los chicos para contestar la pregunta del experimento algunas cosas deben mantenerse iguales. ¿Cuáles?
d) ¿Qué es lo único que vamos a modificar entre un grupo de levaduras y el otro?

3. En grupo discutan y armen un dibujo del experimento que van a realizar para ayudar a los chicos a averiguar qué alimento es mejor para las levaduras. Piensen en todos los detalles del experimento (materiales necesarios, formas de medición, etc.)

4. Dibuja y escribe todos los posibles resultados que pueden obtener Clarita y Boris.

5. Registra en la tabla los resultados que obtuvieron

6. ¿Qué conclusiones pueden sacar a partir de los resultados?

Figura 1: Ejemplo de una actividad de la propuesta de enseñanza. A través del planteo de una situación problemática protagonizada por Boris y Clarita se aborda la elaboración de una pregunta de investigación (relacionada con la alimentación de las levaduras) y de un diseño experimental para dar respuesta a la pregunta. Para la elaboración del diseño experimental se plantean una serie de preguntas que van orientando el trabajo. Se prevé una instancia de revisión de pares de los diseños experimentales, durante la cual se discute la pertinencia de los mismos, y una puesta en común para que cada grupo presente sus resultados y conclusiones.

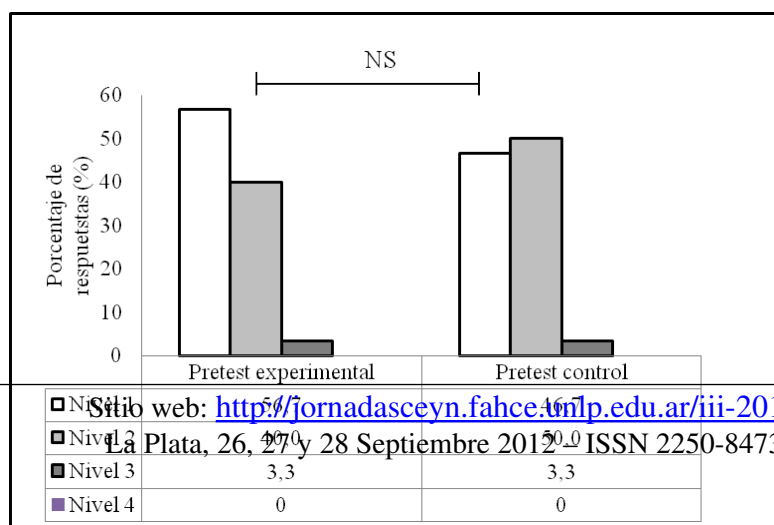
RESULTADOS

Nuestros resultados muestran que el trabajo de 2 horas semanales durante 8 semanas a partir de una secuencia guiada que pone el acento en la planificación grupal de aspectos básicos del diseño experimental y revisión entre pares permitió un avance significativo en el desarrollo de los alumnos de habilidades científicas específicas de diseño experimental (Figura 3).

En principio, como se ve en el Figura 2, no hubo diferencias significativas entre los desempeños de los alumnos del grupo control y el grupo experimental al inicio de la investigación (pretest). En ambos casos, se observa que más del 95% de los alumnos se encuentra en los niveles 1 (ausente) y 2 (incipiente) de desempeño para esta habilidad, como describimos más extensamente en un trabajo anterior (Di Mauro y Furman, 2012).

En el grupo control no hubo diferencias significativas entre los niveles de desempeño de los alumnos en las evaluaciones pre y post (Figura 3a) mostrando, por un lado, que el trabajo habitual de los niños en las clases de ciencias luego de 8 semanas no tuvo incidencia en el desarrollo de la habilidad evaluada, y confirmando un nivel similar de dificultad para las evaluaciones tomadas al inicio y al final de la intervención.

Por su parte, como se observa en el Figura 3b, el grupo experimental, que trabajó con las secuencias guiadas, mostró cambios significativos en el desempeño de los alumnos luego de la intervención. Un 66,3% de alumnos alcanzaron los niveles 3 (en desarrollo) y 4 (avanzado). Estos datos muestran que el trabajo con las secuencias propuestas llevado a cabo durante 8 semanas permitió a los alumnos aprender aspectos fundamentales de las habilidades científicas de diseño experimental. Un dato relevante en este sentido es que sólo el grupo de alumnos que participaron de la instrucción con secuencias guiadas fueron capaces de plantear un diseño de nivel avanzado (nivel 4), pudiendo planificar caminos lógicamente correctos para responder a una pregunta de investigación sencilla. Es decir, que lograron pensar en una forma de comparación entre dos situaciones en las cuales se modifica una única variable, pudieron plantear una medición para establecer las diferencias entre ambas y plantearon el control de algunas de las variables en ambas situaciones. Esto es interesante de remarcar dado que este nivel de desempeño estuvo ausente tanto en el grupo experimental al inicio de la investigación como en el grupo control, tanto al inicio como al final.



Sitio web: <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/iii-2012>

La Plata, 26, 27 y 28 Septiembre 2012 - ISSN 2250-8473

Figura 2: Nivel de desempeño en la habilidad de diseño experimental instancia pretest. Porcentaje de respuestas de los alumnos categorizadas en 4 niveles según el grado de desarrollo de habilidades científicas relacionadas con diseño experimental. Nivel 1: Ausente. Nivel 2: Incipiente. Nivel 3: En desarrollo. Nivel 4: Avanzado. El estado inicial de ambos grupos, instancia pretest del grupo control e intervención, no presentó diferencias significativas (xi-cuadrado=0.624, p=0.732).

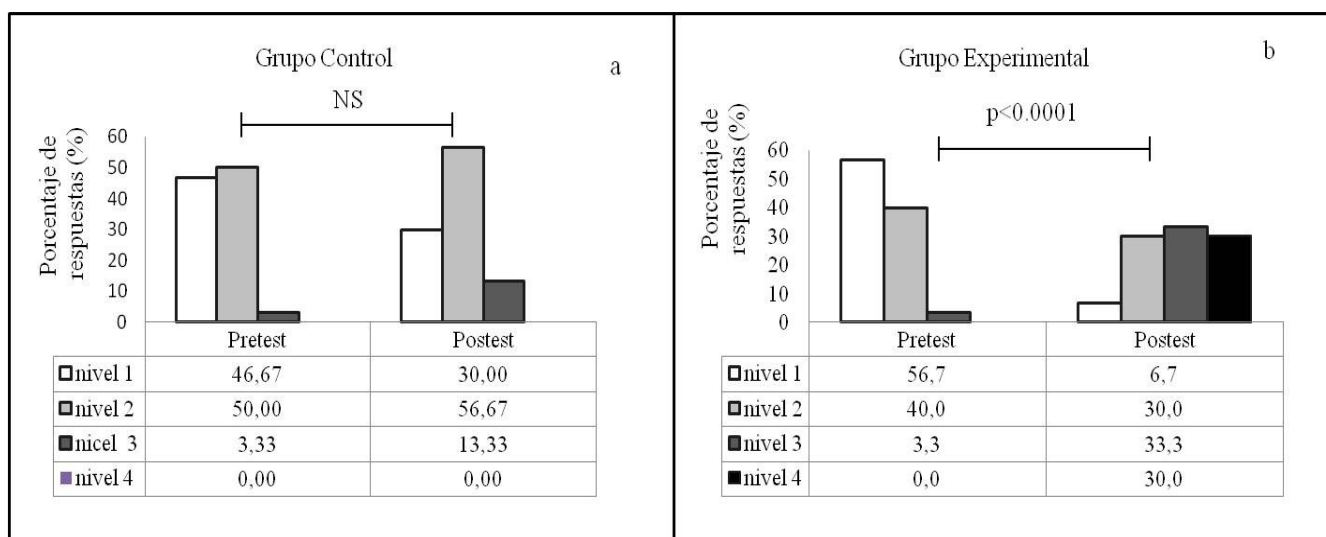


Figura 3: Nivel de desempeño en la habilidad de diseño experimental. Porcentaje de respuestas de los alumnos categorizadas en 4 niveles según el grado de desarrollo de habilidades científicas relacionadas con diseño experimental. Nivel 1: Ausente. Nivel 2: Incipiente. Nivel 3: En desarrollo. Nivel 4: Avanzado. **a:** Resultados obtenidos en el grupo control (n=30). No presentan diferencias significativas entre el pretest y posttest. **b:** Resultados obtenidos en el grupo experimental (n=30), presenta diferencias significativas entre la instancia pretest y posttest (xi-cuadrado=28.634, p<0.001). El estado inicial de ambos grupos, instancia pretest del grupo control e intervención, no presentó diferencias significativas (xi-cuadrado=0.624, p=0.732).

En la Figura 4 se muestra un ejemplo representativo de cada categoría con el fin de ejemplificar el avance de los alumnos que participaron de la propuesta de indagación diseñada. En el primer

caso, se observan las respuestas de una alumna que al inicio (pretest), no reconocía la comparación como estrategia para averiguar entre dos opciones cuál era la mejor (agua fría o agua caliente para disolver el colorante) cuya respuesta fue clasificada en el nivel más bajo (ausente) respecto de la habilidad de planificación de diseños experimentales (nivel 1) (Figura 4a). Luego de la instrucción la alumna fue capaz de reconocer que hay que comparar dos opciones para saber cuál es la correcta y pudo confeccionar una lista de materiales teniendo presente que es necesario realizar mediciones (en este caso con el reloj) para poder sacar una conclusión, alcanzando un nivel 3 (en desarrollo) de desempeño (Figura 4b). El segundo caso es un ejemplo de un alumno que al inicio mostró un nivel 2 (incipiente) para elaborar diseños experimentales, dado que fue capaz de plantear una comparación de forma muy sencilla (Figura 4c). Después de la intervención, este alumno fue capaz de elaborar un diseño experimental, pudiendo plantear una comparación entre dos situaciones, proponer una forma de medición para la variable de análisis y tener en cuenta que debía mantener iguales ciertas condiciones para que la comparación fuera válida, alcanzando el nivel 4 de desempeño (Figura 4d). Un dato interesante para agregar es que este mismo alumno en una entrevista posterior nos contó sus logros después de haber atravesado este tipo de enseñanza: *“me puedo responder mis preguntas, puedo aprender más cosas y me divierto (...) antes me preguntaba cosas y no podía responderlas”*

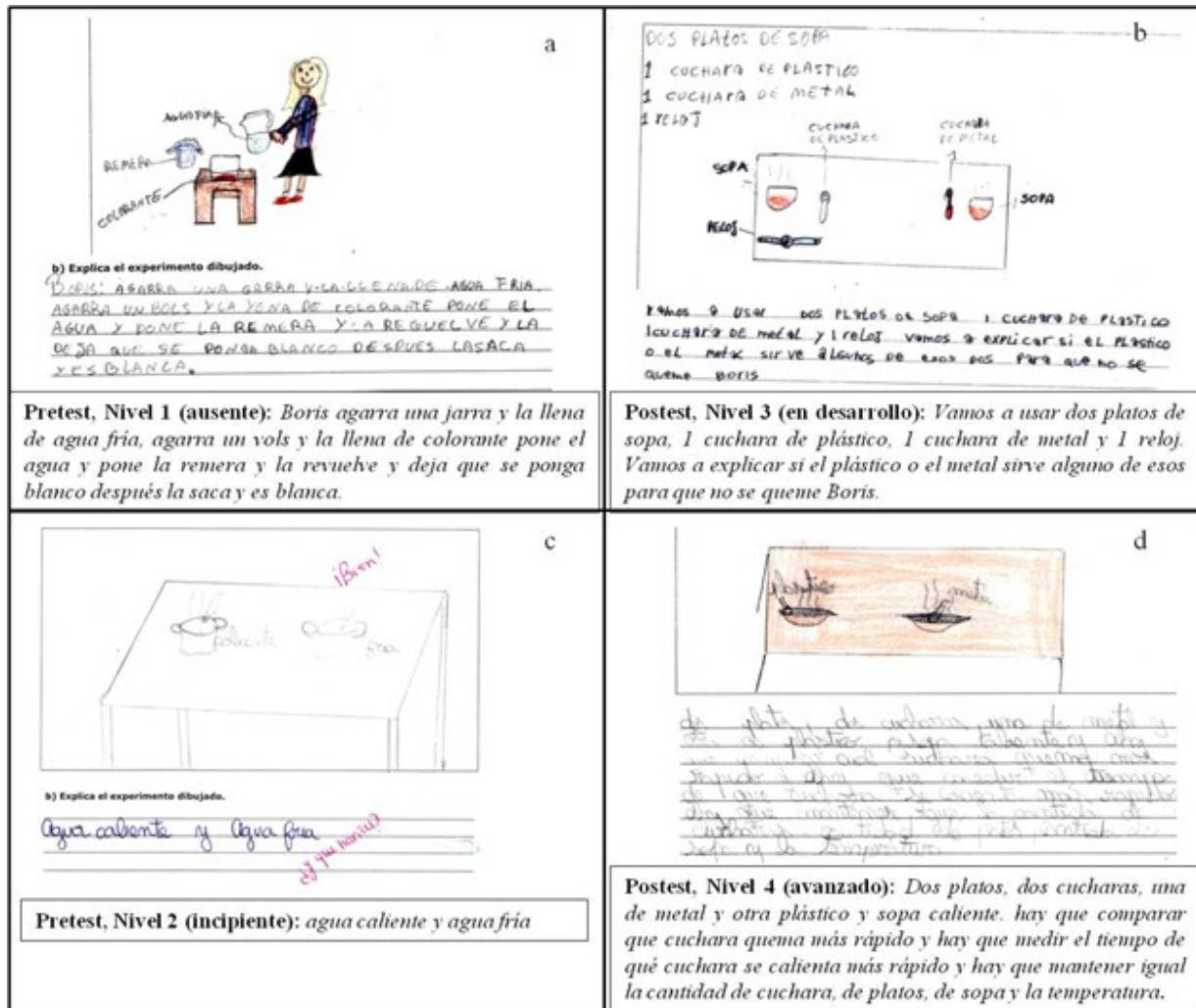


Figura 4: Ejemplo de respuestas de dos alumnos antes y después de la instrucción. **a:** Respuesta del alumno 1 en la instancia pretest representando el nivel 1, ausente. **b:** Respuesta del alumno 1 en el postest representando el nivel 3 (en desarrollo). **c:** respuesta del alumno 2 pretest nivel 2 (incipiente) y **d:** respuesta del alumno 2 postest, nivel 4 (avanzado).

CONIDERACIONES FINALES

Actualmente entre los contenidos mínimos de ciencias naturales que la escuela primaria debe promover se destacan los modos de pensar que se ponen en juego en la construcción de conocimiento en esta área. En este sentido, diferentes autores convergen en la necesidad de generar investigaciones que permitan dar evidencias sobre el tipo de estrategias didácticas que favorecen el desarrollo del pensamiento científico desde la escuela primaria y enriquecer así el

actual debate acerca de cuán guiadas deben ser las propuestas de trabajo con los niños, sobre cuál debe ser el contenido de dichas propuestas, sobre la edad adecuada para el aprendizaje de las diferentes habilidades o sobre los tiempos de instrucción necesarios para generar un aprendizaje significativo, entre otros (Toth *et al*, 2000, Zimmerman, 2007). Nuestros resultados colaboran en la búsqueda de respuestas a estos interrogantes, permitiéndonos afirmar que el trabajo a partir de una secuencia guiada como la que aquí se presenta, en la que se parte de situaciones problemáticas de ciencias naturales cercanas a la realidad de los alumnos, se establece una guía muy pautada para su resolución a partir de la planificación grupal de aspectos básicos del diseño experimental, permitió un avance hacia niveles más complejos de pensamiento científico en alumnos de escuela primaria. Finalmente, este trabajo toma relevancia en tanto nos muestra evidencias de la posibilidad de llevar a cabo, en contextos reales de aula, una propuesta de enseñanza de habilidades científicas que puede desarrollarse en un tiempo acorde con las demandas del currículo escolar, dando resultados alentadores en términos del aprendizaje de los alumnos de una habilidad científica fundamental como el diseño experimental. Este resultado es sumamente importante, teniendo en cuenta el marco de un currículo como el de la provincia de Buenos Aires, jurisdicción donde se realizó la investigación, que apuesta a la enseñanza de los modos de conocer de la ciencia como parte de las situaciones de enseñanza que la escuela debe generar, ya que permite avanzar con el diseño de secuencias de trabajo ancladas en distintos temas del currículo que respondan a esta necesidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arons, A.B. (1977). *The various languages*. New York, Oxford University Press.

Bullock, M., y Ziegler, A. (1999). Scientific reasoning: Developmental and individual differences. En F. E. Weinert & W. Schneider (Eds.). *Individual development from 3 to 12: Findings from the Munich Longitudinal Study*. Cambridge, Cambridge University Press.

CNMECNyM (2007). *Mejorar la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: una Prioridad Nacional*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Argentina.

Consejo Federal de Cultura y Educación (2004). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Di Mauro, F. y Furman, M. (2012). *El diseño de experimentos en la escuela primaria: un diagnóstico de habilidades científicas en niños de 4^o grado*. I Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias.

Furman, M. y Podestá, M. E. (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires: Aique.

Harlen, W. (2000). *The Teaching of Science in Primary Schools*. London: David Fulton Publishers.

Klahr, D. y Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15: 661-667.

National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*, Washington, National Academy Press.

Operativo Nacional de Evaluación (2010). Informe de Resultados: 3° y 6° año de la Educación Primaria. <http://diniece.me.gov.ar>. 17/07/2012.

Porlán, R. (1993). *Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.

Toth, E. E., Klahr, D. y Chen, Z. (2000). Bridging research and practice: A cognitively-based classroom intervention for teaching experimentation skills to elementary school children. *Cognition and Instruction*, 18: 423-459.

UNESCO (2009). *Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales: Segundo estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE)*. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.

Valverde, G. y Näslund-Hadley E. (2010). *The State of Numeracy Education in Latin America and the Caribbean*. IDB Technical Note No. 185. Washington, DC: Inter-American Development Bank.

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27:172-223.