



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación  
de las Ciencias

ISSN:

ISSN: 1697-011X

revista.eureka@uca.es

Universidad de Cádiz

España

## Promoviendo las habilidades de indagación en la escuela primaria: análisis de una propuesta para hacer ciencia en el aula y su evaluación mediante rúbricas

 **Rosa, Silvina Mariana**

 **Ramayón, María José**

Promoviendo las habilidades de indagación en la escuela primaria: análisis de una propuesta para hacer ciencia en el aula y su evaluación mediante rúbricas

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 3, p. 320401, 2023

Universidad de Cádiz

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92074779010>

DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2023.v20.i3.3204](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3204)

Experiencias, recursos y otros trabajos


## Promoviendo las habilidades de indagación en la escuela primaria: análisis de una propuesta para hacer ciencia en el aula y su evaluación mediante rúbricas

Promoting inquiry skills at primary school: analysis of a proposal to “do science” in the classroom and its assessment by rubrics

Silvina Mariana Rosa

*Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de  
Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires,  
Argentina*


[silvinarosa@gmail.com](mailto:silvinarosa@gmail.com)

 <https://orcid.org/0000-0002-6811-6099>

María José Ramayón

*New Model International School. Ciudad Autónoma de  
Buenos Aires, Argentina*

[mariajoseramayon@gmail.com](mailto:mariajoseramayon@gmail.com)

 <https://orcid.org/0000-0002-3445-5682>

DOI: <https://doi.org/10.25267/>

Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2023.v20.i3.3204

Recepción: 16 Noviembre 2022

Revisado: 30 Noviembre 2022

Aprobación: 15 Marzo 2023



Acceso abierto diamante

## Resumen

Este artículo presenta el análisis y evaluación de una propuesta didáctica que tiene como objetivos promover las habilidades de indagación de estudiantes y, paralelamente, brindar a sus docentes las herramientas y acompañamiento necesarios en el primer ciclo de la escuela primaria. La implementación de la propuesta involucró a 354 alumnos y 10 docentes de 13 cursos de primero, segundo y tercer grado de una escuela estatal de Argentina, e incluyó capacitaciones docentes, cuadernillos de laboratorio con actividades de indagación estructuradas, así como materiales para hacer las experiencias en el aula. Se detectaron mejoras en los niveles de las habilidades de indagación de los estudiantes de todos los cursos mediante un instrumento de evaluación con rúbricas. Los docentes manifestaron un alto grado de satisfacción en una encuesta de valoración, señalaron que observaron un creciente interés por las ciencias en sus alumnos y compartieron el trabajo realizado con la comunidad educativa. Mediante esta propuesta pretendemos contribuir a la inclusión de prácticas científicas en la enseñanza de las ciencias desde las primeras etapas educativas.

**Palabras clave:** Habilidades de indagación, Primer ciclo de escuela primaria, Instrumento de evaluación con rúbricas, Actividades experimentales, Formación docente.

## Abstract

This article presents the analysis and assessment of a didactic proposal whose aims were to promote the students' inquiry skills and encourage their teachers in the first cycle of the primary school. The project implementation involved 354 students and 10 teachers of 13 courses of first, second and third grade of a public school from Argentina. It includes teacher training meetings, laboratory booklets with structured inquiry activities and the materials to do the experiments in the classroom. Improvement in the inquiry skills levels were detected in all the courses by an assessment rubric tool. Teachers showed a high satisfaction degree in a poll, marked a growing interest of their students in science and shared the results with the educational community. We aim to contribute to incorporation of scientific practices in science teaching from the first educational levels.

**Keywords:** Inquiry skills, First cycle primary school, Assessment rubric, Experimental activities, Teacher training.

## Introducción

Adoptar una perspectiva competencial en la enseñanza de las ciencias resulta fundamental para preparar a los futuros ciudadanos para desenvolverse como tales (Domènech-Casal, 2017) en el actual contexto en el que el conocimiento científico se ha convertido en un elemento esencial para el funcionamiento de nuestra sociedad. Esta *competencia científica* es definida por OECD (2019) como la capacidad de abordar cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de ciencia, como ciudadanos reflexivos, e implica poder explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar investigaciones científicas así como interpretar datos y evidencias científicamente. Por su parte Cañal (2012) propone que la competencia científica tiene cuatro dimensiones: conceptual, metodológica, actitudinal e integrada. La dimensión metodológica de la competencia científica de este enfoque, es decir, la capacidad para identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación, para obtener información relevante para la investigación, para procesar la información obtenida y para formular conclusiones argumentadas, está íntimamente relacionada con la capacidad de indagación.

Según Ferrés *et al.* (2015), la *indagación* es en la actualidad uno de los temas más debatidos en la didáctica de las ciencias y puede ser utilizado en dos sentidos diferentes. Por un lado, puede plantearse como objeto de aprendizaje (aprender a hacer ciencia y aprender sobre ciencia), y por el otro como modelo didáctico (aprender ciencia por medio de la indagación). En este trabajo nos referimos a la indagación como objeto de enseñanza de las ciencias, es decir, para hacer alusión a “las habilidades que los estudiantes deben desarrollar para ser capaces de realizar investigaciones científicas y trabajar de la forma que lo hacen los científicos en la resolución de problemas” (Ferrés *et al.*, 2015). Cabe aclarar que desde la didáctica de las ciencias, la indagación es considerada una *práctica científica* más entre otras (García-Carmona, 2020), es decir, constituye uno de los abordajes para enseñar a los estudiantes habilidades y normas para construir y evaluar argumentos científicos sólidos y convincentes basados en la evidencia (Driver *et al.*, 2014).

La inclusión de la indagación como objeto de aprendizaje es una de las estrategias actuales más recomendadas en la enseñanza de las ciencias (Rosa, 2019; Sabando *et al.*, 2017; Virginia Mathematics and Science Coalition Task Force, 2013). Las actividades diseñadas para ofrecer esta oportunidad de adquirir una comprensión procedimental y epistemológica de la ciencia, al utilizar las destrezas y los procedimientos propios de la indagación científica en un marco escolar reciben el nombre de *actividades de indagación* (Caamaño, 2012). Windschitl (2003) reconoce cuatro tipos principales de actividades de indagación: 1) la realización de experiencias previamente debatidas en el aula; 2) la indagación estructurada, en la cual el docente aporta tanto la pregunta como el procedimiento para resolverla; 3) la indagación guiada, en la que el profesor proporciona la pregunta y los alumnos deciden cómo resolverla; y 4) la indagación abierta, en la que la pregunta y su resolución son propuestas por los estudiantes.

Para los primeros niveles educativos se recomiendan en principio actividades de indagación estructuradas, tanto porque los estudiantes necesitan de la guía de los docentes y a su vez oportunidades para involucrarse sostenidamente con el mismo conjunto de ideas como para que los docentes que se inician en este tipo de prácticas generen autoconfianza (Alcalá y Maqueda, 2022). Según estos autores, su implementación desde el nivel inicial no sólo es posible, sino que además ha mostrado favorecer la evolución de los modelos escolares del alumnado. Es más, la idea de ofrecer a los estudiantes de la escuela primaria la posibilidad de indagar y modelizar los fenómenos naturales en forma progresiva, recorriendo un camino conceptual en etapas, se presenta como prometedora para ayudar al cambio de perspectiva en temáticas tan conflictivas como el modelo Sol-Tierra (Couso, 2018). Sin embargo, más allá de las recomendaciones, la realización de este tipo de actividades en los primeros niveles escolares es escasa tanto en España (Cortés *et al.*, 2012) como en el mundo anglosajón (Forbes, 2009), y en lo que respecta a América Latina, la situación es aún más inquietante (Furman, 2018).

En la escuela primaria, todavía es muy frecuente la enseñanza transmisiva de las ciencias, con una predominancia en el uso del libro de texto y pocas actividades experimentales (Cañal *et al.*, 2011). Estas deficiencias para la enseñanza de las ciencias en los niveles básicos son atribuibles, entre otras variables, a

una carencia de conocimientos en los contenidos a enseñar y en cómo enseñarlos (García, 2015), así como a las pocas actividades directamente asociadas a la competencia científica en los libros de texto de la educación primaria (Laya Iglesias y Martínez Losada, 2019). Existe una vasta evidencia de que los maestros tienen, en general, un conocimiento científico fragmentado, superficial y poco sólido, tanto conceptual como procedimental y una concepción empírico-inductivista de la naturaleza de la ciencia, que les lleva a enseñar ciencias en primaria mayoritariamente de forma tradicional, con el libro de texto como principal recurso (Toma *et al.*, 2017). A modo de ejemplo de esta problemática, un estudio realizado en 36 cursos del último año de la escuela primaria en Argentina detectó que sólo se dictan efectivamente menos de la mitad de las horas de clase semanales de ciencias respecto a las estipuladas, y que el 81 % de las actividades realizadas promueven capacidades de pensamiento de orden inferior (Furman *et al.*, 2018). Cambiar este modelo hacia una enseñanza de las ciencias que apunte a desarrollar la competencia científica del alumnado requiere tanto de la capacitación de los docentes en ejercicio, como de la introducción de mejoras en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria (Greca *et al.*, 2016; Puig y Gómez, 2021), así como un cambio en los planteamientos de los libros de texto de ciencias (Laya Iglesias y Martínez Losada, 2019). Por ello, en este artículo tenemos como objetivo analizar en qué medida nuestra propuesta didáctica de indagación guiada para el primer ciclo de la escuela primaria desarrolla habilidades de indagación en el alumnado y brinda recursos a sus docentes para guiarlos, apoyándonos en el uso de un instrumento de evaluación con rúbricas así como en la valoración de los maestros y directivos.

## **Análisis de la propuesta profundizando en las habilidades y actividades de indagación**

La propuesta didáctica que se analiza y evalúa en este trabajo responde a la escasez de recursos en Argentina destinados a brindar situaciones de aprendizaje que fomenten la competencia científica. Los objetivos de la misma han sido: 1. promover la capacidad de indagación en estudiantes de primer ciclo de la escuela primaria a partir de la realización de actividades de indagación estructuradas, y 2. brindar a sus docentes las herramientas y el acompañamiento necesarios para que logren incentivar en sus alumnos tales habilidades.

La propuesta se apoyó en la utilización de los cuadernillos de laboratorio de Estación Ciencias (<https://estacionciencias.com.ar/>), cuya descripción y análisis de diseño se presentan a continuación. Estos cuadernillos son secuencias didácticas que contienen actividades experimentales sobre una temática, elegida para cada grado de acuerdo al diseño curricular para la educación primaria de la provincia de Buenos Aires (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2018) y de la ciudad de Buenos Aires (Secretaría de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2004). Las actividades propuestas están concebidas de modo tal que su realización pueda llevarse a cabo con materiales relativamente simples, pocos costosos, y en un aula. Para cada cuadernillo de laboratorio hay dos versiones: la del alumno, con espacios para completar y registrar, y la del docente, con algunas de las respuestas posibles, orientaciones para la enseñanza y sugerencias. Los títulos empleados en esta propuesta fueron: Exploradores de plantas, Listos para movernos e Investigando nuestro cuerpo para primero, segundo y tercer grado respectivamente. Las actividades que incluye cada uno, y que se describen a continuación, se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1**

Cuadernillos trabajados en cada curso, con una breve descripción de las actividades que proponen

| Título y curso                                | Actividades  |
|---|--|
| Exploradores de plantas<br>(Primer grado)     | <p>SIP: Carta de un niño pidiendo ayuda para interpretar observaciones sobre plantas y semillas que realizó en un paseo al parque</p> <p>E1. Identificación de los órganos de las plantas y sus funciones</p> <p>E2. Observación y representación de diversidad y modificaciones de los órganos vegetales</p> <p>E3. Ensayo para estudiar la necesidad de luz en la nutrición vegetal</p> <p>E4. Observación de flores y frutos. Reconocimiento de su relación. Clasificación de frutos</p> <p>E5. Reconocimiento y diversidad de semillas</p> <p>E6. Ensayo sobre la germinación de semillas</p> <p>ICC: Actividad para completar con palabras<br/>ADI: Proponer una hipótesis y los pasos para ponerla a prueba utilizando frutas y/o verduras de consumo cotidiano</p>  |
| Listos para movernos<br>(Segundo grado)       | <p>SIP: Carta de un niño pidiendo ayuda para interpretar observaciones que realizó sobre el desplazamiento en un viaje en autobús.</p> <p>E1. Juego grupal para “experimentar” los conceptos de quietud/ reposo, estado de movimiento, sistema de referencia, velocidad y trayectoria.</p> <p>E2. Armado de un laberinto de bolitas para aproximarse a la noción de fuerza y caracterización de tipos de trayectorias y movimientos</p> <p>E3. Ensayo sobre los movimientos autónomos en las plantas: fototropismo</p> <p>E4. Observación de las características de las semillas y los frutos. Reconocimiento de su relación.</p> <p>E5. Observación de distintas formas de desplazamiento de los animales</p> <p>E6. Observación de las estructuras que utilizan los animales para desplazarse</p> <p>ICC: Actividad para completar con palabras<br/>ADI: Diseño de un experimento para estudiar el desplazamiento de los caracoles</p> |
| Investigando nuestro cuerpo<br>(Tercer grado) | <p>SIP: Carta de un niño pidiendo ayuda para interpretar los cambios en el ritmo respiratorio al jugar un partido de fútbol</p> <p>E1. Ensayo sobre la interacción entre los sentidos del gusto y la vista</p> <p>E2. Ensayo sobre la influencia de la actividad física en el ritmo respiratorio</p> <p>E3. Armado de un modelo sobre el sistema digestivo y su funcionamiento</p> <p>E4. Ensayo sobre la importancia del lavado de manos y de los alimentos</p> <p>E5. Identificación de las distintas partes del cuerpo y sus principales funciones. Reconstrucción de las partes del cuerpo humano a partir de radiografías</p> <p>ICC: Actividad para completar con palabras<br/>ADI: Diseño de un experimento para estudiar el efecto de lavarse los dientes después de tomar una bebida cola, utilizando cáscara de huevo para simular a los dientes</p>   |

SIP, Situación inicial problematizadora; E, Experiencia = Actividad de indagación; ICC: Integración de contenidos conceptuales; ADI: Actividad para diseñar una investigación o parte de ella



SIP, Situación inicial problematizadora; E, Experiencia = Actividad de indagación; ICC: Integración de contenidos conceptuales; ADI: Actividad para diseñar una investigación o parte de ella

Cada cuadernillo de laboratorio comienza con una situación inicial problematizadora (SIP, tabla 1), en la que un niño plantea preguntas sobre ciertos fenómenos que observa, relacionados con las temáticas que se abordarán en la secuencia, con la intención de convocar a los estudiantes, aportar sentido al trabajo que se iniciará e invitarlos a ofrecer explicaciones (Sanmarti, 2007). Luego se proponen de cuatro a seis actividades experimentales (E, tabla 1). En el cierre de la secuencia se retoman las preguntas iniciales, y se ofrecen dos actividades finales: en la primera de ellas se integran los contenidos conceptuales abordados (ICC, tabla 1), mientras que en la segunda se plantea una situación hipotética en la que los estudiantes deben diseñar un experimento o parte del mismo para resolverla (ADI, tabla 1).

Las actividades experimentales de los cuadernillos son actividades de indagación estructuradas, ya que, de acuerdo a lo definido por Caamaño (2012) ofrecen la oportunidad de utilizar destrezas y procedimientos propios del trabajo científico en un marco escolar, y particularmente, su enunciado aporta tanto la pregunta como el procedimiento para resolverla (Windschitl, 2003). En cada una de las secciones de las actividades se propone trabajar una o más de las habilidades de indagación (también llamadas habilidades de la competencia de indagación, figura 1) definidas en este trabajo para el primer ciclo de la escuela primaria, adaptando los criterios propuestos por el Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco (DEUIGV, 2009) y Ferrés *et al.* (2015). Se describen en detalle a continuación cada una de estas habilidades de indagación y su relación con las secciones de las actividades de indagación, utilizando una experiencia modelo de uno de los cuadernillos (figura 2).

## COMPETENCIAS DE INDAGACIÓN




Figura 1

Habilidades de indagación que se trabajaron durante la propuesta analizada

### *Pensamos preguntas investigables*

Cada actividad experimental comienza con preguntas realizadas por el docente que orientan el reconocimiento del marco teórico dentro del cual se encuadra la experiencia. Por ejemplo, para el caso de la actividad modelo, algunas de las posibles preguntas son: ¿Cuál es la función del sistema respiratorio? o ¿Cómo ingresa el aire al cuerpo? El reconocimiento de este marco de un modelo teórico (aún incipiente) es

fundamental para que las preguntas que se vayan planteando y respondiendo durante las prácticas de laboratorio tengan sentido para el alumnado, y entienda qué es lo que está haciendo (Izquierdo *et al.*, 1999). Una vez que los estudiantes completan la sección *Introducción* en base a la información previa debatida oralmente, el docente plantea una pregunta investigable, es decir, una pregunta a la que se puede dar respuesta de manera empírica, mediante observaciones o experimentos (Furman *et al.*, 2013). Por ejemplo, para el caso de la actividad ¿cuánto aire respiramos?, la pregunta investigable propuesta ha sido: ¿La cantidad de respiraciones por minuto se ve afectada por la actividad física y el reposo? La definición de pregunta investigable adoptada (que no incluye estrictamente la relación entre variables, señalada por Ferrés (2017)), así como el hecho de que sea el docente quién la plantea en principio, permiten realizar una primera aproximación a la ciencia escolar a niños de los primeros grados de la escuela primaria, a partir de actividades relativamente simples, dentro del escaso tiempo destinado en las aulas para las Ciencias Naturales. En la instancia de cierre de la secuencia didáctica los estudiantes plantean sus propias preguntas investigables, luego de haber transitado la realización de varias actividades de indagación estructuradas.



www.estacionciencias.com.ar

INVESTIGANDO NUESTRO CUERPO


### EXPERIENCIA N° 2: ¿CUÁNTO AIRE RESPIRAMOS?

**Introducción**  
El sistema respiratorio se encarga de intercambiar ..... entre el medio ambiente y nuestro cuerpo. Durante la ..... el aire ingresa, a través de las vías respiratorias, a nuestros ..... Este aire se va a usar luego para obtener ..... de los nutrientes.  
*Inhalación - energía - aire - pulmones*

**Hipótesis (idea que ponemos a prueba)**  
.....  
.....  
.....

**Materiales:** cronómetro o reloj.

**Paso a paso**  
1 Respiren normalmente, manteniendo la espalda lo más derecha posible.  
2 Cuenten la cantidad de respiraciones que realizan durante un minuto.  
3 Anoten en la tabla de Resultados en el espacio para "En reposo".  
4 Realicen una actividad física durante 5 minutos.  
5 Inmediatamente después de la actividad física, cuenten nuevamente las respiraciones durante un minuto.  
6 Anoten en la tabla de Resultados en el espacio para "En actividad física".  
7 Realicen un ejercicio de relajación. Para eso, hagan respiraciones lo más profundas y lentas posibles.  
8 Comiencen inhalando el aire profundamente, expandiendo el torax e inflando la panza lo máximo posible. Así lograrán que entre la mayor cantidad de aire a los pulmones. Retengan el aire un segundo y luego exhale lentamente.  
9 Repitan el ejercicio de relajación durante un minuto contando las respiración efectuadas.  
10 Anoten en la tabla de Resultados en el espacio para "En relajación".



**Resultados**  
Registramos la frecuencia respiratoria al hacer ejercicio, estar en reposo y relajarnos en la siguiente tabla:

|                          | En reposo | En actividad física | En relajación |
|--------------------------|-----------|---------------------|---------------|
| Respiraciones por minuto |           |                     |               |

**Análisis de resultados**  
1 ¿Qué pasó con la cantidad de respiraciones por minuto cuando hicieron actividad física? ¿Y cuando se relajaron?  
.....  
.....  
.....  
2 ¿Por qué se respira más rápido o más lento?  
.....  
.....  
3 ¿Por dónde entra el aire que respiramos? ¿Es igual cuando estamos agitados?  
.....  
4 ¿Para qué piensan que midieron la cantidad de respiraciones por minuto en reposo?  
.....  
.....

**Conclusiones**  
• Cuando realizamos una actividad física, el cuerpo necesita mayor cantidad de ..... y entonces, ..... la cantidad de respiraciones por minuto.  
*umenta - energía*

Figura 2

Actividad de indagación modelo de un cuadernillo correspondiente a la segunda experiencia del cuadernillo *Investigando nuestro cuerpo* (tabla 1)

### Proponemos hipótesis

En la siguiente instancia de trabajo (correspondiente a la sección *Hipótesis*), los estudiantes proponen posibles respuestas a las preguntas investigables, poniendo así en práctica esta habilidad. Dentro de la enorme variedad de definiciones para el término hipótesis, se adhiere a la proporcionada por Marone y Galetto (2011): «enunciado general pasible de ser puesto a prueba o, dicho de otro modo, una afirmación con algún grado de generalidad que puede ser evaluada, en el sentido de que puede analizarse su verosimilitud aunque no deba ser necesariamente verdadera». Es decir, se consideran como hipótesis a los enunciados afirmativos (o negativos) que pueden ser puestos a prueba mediante una o varias experiencias.



Bajo este enfoque, para el caso de la actividad ¿cuánto aire respiramos?, una posible hipótesis podría ser: *La cantidad de respiraciones por minuto cambia al hacer actividad física.*

#### *Seguimos los pasos del experimento*

Una vez planteadas las hipótesis de trabajo, los grupos de estudiantes leen atentamente la metodología (sección *Paso a paso*). Luego reciben una bandeja con los materiales, y tomando roles específicos realizan la experiencia. Del mismo modo que para el planteo de preguntas investigables, la metodología es propuesta en el cuadernillo, en lugar de sugerir su elaboración entre estudiantes y docentes. Considerando que muchos de los conceptos inherentes a la elaboración del diseño experimental, como el reconocimiento de variables y de sus relaciones, resultan complejos conceptualmente incluso para estudiantes del bachillerato (Ferrés *et al.*, 2015; López Banet *et al.*, 2023), la intención de ofrecer una metodología elaborada por investigadores es ir acercando a los niños a la forma en que se trabaja en las ciencias, que es diferente a la que se lleva a cabo en otras áreas. Por tal motivo es que se consensuó con los docentes que la habilidad que se pretende promover en esta instancia es *Seguimos los pasos del experimento*, y en caso de ser posible, proponer diseños experimentales sencillos en la etapa de cierre de la secuencia didáctica.

#### *Observamos con detalle. Registramos los resultados*

A medida que los estudiantes manipulan el material, van tomando nota de sus observaciones en la sección *Resultados*, poniendo en juego estas dos habilidades. Según el tipo de información obtenida, su registro puede realizarse de forma descriptiva (dibujos, fotos, etc.) o mediante tablas. La utilización del dibujo en la enseñanza de las ciencias presenta múltiples beneficios, entre ellos, no sólo la posibilidad de aprender a representar en ciencias, generando imágenes, iconos y símbolos propios que pueden profundizar en la comprensión de los aspectos representados, sino que también contribuye a mejorar la motivación del alumnado o a razonar sobre las ciencias, al tener que ajustar el dibujo a observaciones y/o ideas emergentes (Ainsworth *et al.*, 2011). Según Gavidia Catalán y Gómez Llombart (2015), la estrategia de dibujar mejora los resultados en procesos observacionales respecto a la tarea de describir. Acorde a esto, en muchas de las experiencias realizadas (todas las de Exploradores de Plantas, y las E3 y E4 de Listos para movernos, tabla 1) los estudiantes realizaron dibujos detallados luego de observar con detenimiento.

#### *Analizamos los resultados*

Una vez obtenidos los datos y/o observaciones, los alumnos responden en cada grupo las preguntas de la sección *Análisis de resultados*. Algunas de las prácticas pedagógicas sugeridas por Gellon *et al.* (2018) para destacar el aspecto metodológico de la ciencia que se pone en juego en esta etapa son la distinción entre la observación y la interpretación, la interpretación de la validez o falsedad de una hipótesis propuesta a partir de las mediciones realizadas y la exploración de ideas alternativas para la resolución de experimentos. Acorde a esto, en esta sección, y dependiendo de la actividad, se propone la generación de nuevas preguntas e hipótesis, así como la elaboración de sugerencias para mejorar el diseño experimental.

#### *Obtenemos conclusiones*

La génesis de conclusiones argumentadas, que implica la elaboración de generalizaciones basándose en la interpretación de los datos experimentales, el marco teórico, y el razonamiento inductivo, es un proceso complejo y entraña muchas dificultades para el alumnado (Ferrés *et al.*, 2015). Para “simplificar” la dificultad inherente a este tipo de razonamiento, considerando especialmente que esta propuesta es para niños de no más de 8 años, y al mismo tiempo darles la oportunidad de comenzar a familiarizarse con este aspecto procedimental de la ciencia, la sección *Conclusiones* consiste en una o dos oraciones con espacios para que el alumnado complete bajo la orientación del docente.

#### *Escribimos el informe*

Esta habilidad se va poniendo en juego a medida que los estudiantes van registrando cada una de las etapas desarrolladas, produciendo un registro escrito que guarda similitudes con la estructura de una publicación científica.

## **Participantes, contexto e implementación de la propuesta**

Participaron en este estudio 354 estudiantes (con edades entre 5 y 8 años), 10 docentes y 3 directivos de una escuela de gestión estatal de General San Martín, provincia de Buenos Aires, Argentina. La propuesta involucró 4 primeros, 4 segundos y 5 terceros grados de la educación primaria, distribuidos en el turno tarde y mañana, y se llevó a cabo como un proyecto institucional, avalado por la dirección e incentivado por dos de las docentes involucradas, quienes tomaron el rol de coordinadoras dentro de la institución, reforzando el trabajo de dos coordinadores externos. Ninguno de los cursos involucrados en el estudio había realizado previamente actividades de indagación.

Este proyecto se desarrolló en el ciclo lectivo 2019, entre los meses de febrero y diciembre. Como punto de partida, se llevaron a cabo dos encuentros de capacitación con las docentes. En el primero de ellos se presentó la propuesta completa, incluyendo sus bases teóricas, y las participantes eligieron grupalmente el cuadernillo para trabajar en cada curso (tabla 1). En el segundo encuentro se profundizó en el instrumento de evaluación de habilidades de indagación con rúbricas (tabla 2). Todos los recursos trabajados se compartieron en una carpeta colaborativa de *Drive*. Luego de recibir los materiales de trabajo, las docentes dieron inicio al proyecto en sus aulas, entre los meses de mayo a octubre. Se sugirió destinar dos clases de 1 o 2 horas cada una para presentar y reflexionar sobre las habilidades de indagación (figura 1), así como la seguridad en el trabajo experimental, apoyando la actividad con láminas. Los resultados se socializaron con la comunidad educativa en el mes de noviembre en clases en las que participaron las familias y en la muestra anual de la escuela abierta al público en general, destinando el mes de diciembre al cierre y evaluación del proyecto.

## Evaluación de la adquisición de habilidades de indagación de los estudiantes

Para analizar la evolución de las habilidades de indagación de los estudiantes se empleó un instrumento de evaluación con rúbricas (tabla 2) y la plataforma digital ECI (Evaluación de Competencia de Indagación, <https://estacionciencias.com.ar/eci/>) para la carga de datos. Su diseño se basó en las rúbricas presentadas por DEUIGV (2009) y el instrumento NPTAI (New Practical Test Assessment Inventory, Ferrés *et al.*, 2015), consensuando las habilidades a evaluar y los niveles (inicial, medio o avanzado) con las docentes participantes de este trabajo.

Tabla 2

Instrumento de evaluación con rúbricas de habilidades de la competencia de indagación

| Habilidades  | Niveles   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | Inicial   | Intermedio  | Avanzado  |
| H1. Pensamos preguntas investigables               | No plantea preguntas o plantea preguntas inabordables o genéricas o mal formuladas                                    | Plantea preguntas de investigación con guía del docente   | Plantea preguntas adecuadas de investigación (pueden ser puestas a prueba con un experimento) en forma autónoma                                 |
| H2. Proponemos hipótesis                           | No plantea hipótesis o plantea hipótesis sin sentido. Plantea hipótesis sin relación con el problema o los objetivos. | Plantea hipótesis en forma de enunciados a poner a prueba que encajan con los problemas de investigación con guía del docente                                     | Plantea hipótesis en forma de enunciados a poner a prueba que encajan con los problemas de investigación en forma autónoma                      |
| H3. Seguimos los pasos del experimento             | No sigue los pasos metodológicos, o lo hace desordenadamente. No conoce cómo manipular el material de trabajo         | Respeto y sigue los pasos metodológicos con intervención del docente. Manipula el material de trabajo de forma regular  | Respeto y sigue los pasos metodológicos autónomamente. Manipula adecuadamente el material de trabajo  |
| H4. Observamos con detalle                         | Observa sin detalle   | Realiza observaciones con cierto grado de detalle, sin mostrar comprensión de la temática abordada  | Realiza observaciones sistemáticas y detalladas que muestran comprensión de la temática abordada  |
| H5. Registramos los resultados                     | No realiza un registro de los resultados de la actividad experimental.  | Recogida de datos incompleta, con falta de precisión, disociada de la observación. Registra datos irrelevantes. Sus dibujos son regularmente representativos      | Recogida de datos metódica, simultánea con la observación. Los dibujos que realiza son representativos.   |
| H6. Analizamos los resultados                      | Sin análisis ni interpretación de datos. No analiza la validez de la hipótesis inicial                                | Análisis incompleto o poco fundamentado en los datos, con guía del docente. Análisis incompleto de la validez de la hipótesis inicial, sin argumentar la decisión | Análisis de datos bien fundamentado, en forma independiente. Análisis de la validez de la hipótesis inicial argumentando la decisión            |
| H7. Escribimos el informe                          | No identifica la información que corresponde a las secciones del informe científico                                   | Identifica la información que corresponde a algunas de las secciones del informe científico   | Identifica correctamente la información que corresponde a las secciones del informe científico  |
| H8. Utilizamos el vocabulario específico           | No utiliza el vocabulario específico o lo hace muy esporádicamente  | Utiliza parte del vocabulario específico, y/o lo hace irregularmente y/o imprecisamente   | Utiliza el vocabulario específico de manera adecuada en la mayor parte de las situaciones que se presentan                                      |
| H9. Trabajamos cooperativamente en equipo          | El trabajo en el equipo es desordenado, con superposición de los roles y ausencia de acuerdo.                         | El trabajo en equipo es ordenado en determinados momentos, aunque los roles pueden superponerse. Sólo se llega al consenso en algunas situaciones                 | El trabajo en equipo es ordenado, con diferenciación de roles. Se escuchan y respetan las diferentes sugerencias y opiniones de los integrantes |
| H10. Respetamos las normas de trabajo experimental | No se respetan gran parte de las normas del trabajo experimental, y el docente debe intervenir con frecuencia         | Respeto algunas de las normas del trabajo experimental, con intervenciones del docente  | Respeto las normas del trabajo experimental de manera autónoma  |

El instrumento de evaluación fue aplicado por el docente de cada grado antes de iniciar la secuencia didáctica (evaluación inicial o diagnóstica) y luego de finalizarla (evaluación final). En ambas instancias de evaluación, cada curso fue dividido en grupos de 4 o 5 integrantes, los cuales realizaron una actividad experimental semiestructurada que incluyó la elaboración de un informe grupal completando una planilla. En los anexos 1 y 2 se muestran los documentos proporcionados a los estudiantes de todos los cursos en la evaluación inicial, manteniéndose el mismo formato y nivel de dificultad en la evaluación final. El docente a cargo de cada curso, en colaboración con otro docente del mismo grado de sección diferente, guió la actividad de evaluación, tomando registro en forma consensuada en una planilla con la rúbrica, indicando para cada una de las habilidades evaluadas si el desempeño observado y los registros escritos de cada grupo correspondían al nivel inicial, avanzado o intermedio. Los resultados de las evaluaciones diagnóstica y final (cantidad de grupos que alcanzaron cada nivel para cada una de las habilidades) fueron ingresados por cada docente en la plataforma ECI (Ramayón, Abdel Nour y Rosa, 2021), estandarizando de este modo los datos obtenidos. Los grupos de estudiante y docentes se mantuvieron estables durante la implementación de la propuesta y en las evaluaciones.

Los niveles alcanzados por los estudiantes para cada una de las habilidades evaluadas se muestran discriminados por grado en las figuras 3, 4 y 5. La primera columna para cada una de las habilidades corresponde a la proporción entre el nivel inicial (celeste), intermedio (verde) y avanzado (rojo) registrada en la evaluación diagnóstica, mientras que la segunda columna muestra la misma proporción registrada en la evaluación final. En líneas generales en todos los cursos se pudo observar una mejora en el desempeño de los estudiantes, incrementándose la proporción de los niveles intermedio y avanzado en la evaluación final respecto a la inicial para cada habilidad evaluada. En concordancia, el nivel inicial fue registrado para numerosas habilidades en primero y segundo grado antes de iniciar el proyecto, y permaneció solamente en un curso de primer grado al finalizarlo.

Respecto a primer grado en particular (figura 3), el nivel avanzado no se registró para ninguna habilidad en ningún curso en las evaluaciones iniciales, pero sí en forma recurrente para varias habilidades en tres de los cuatro primeros grados en las evaluaciones finales. Solamente en el curso en el que no hubo grupos en nivel avanzado (1D), en dos habilidades se documentó el nivel inicial en la evaluación final. La habilidad en la que se registró un mayor progreso en general fue el planteo de preguntas investigables (H1). También se observaron importantes cambios de nivel para las habilidades relacionadas con observar con detalle (H4) y trabajar en equipo (H9).

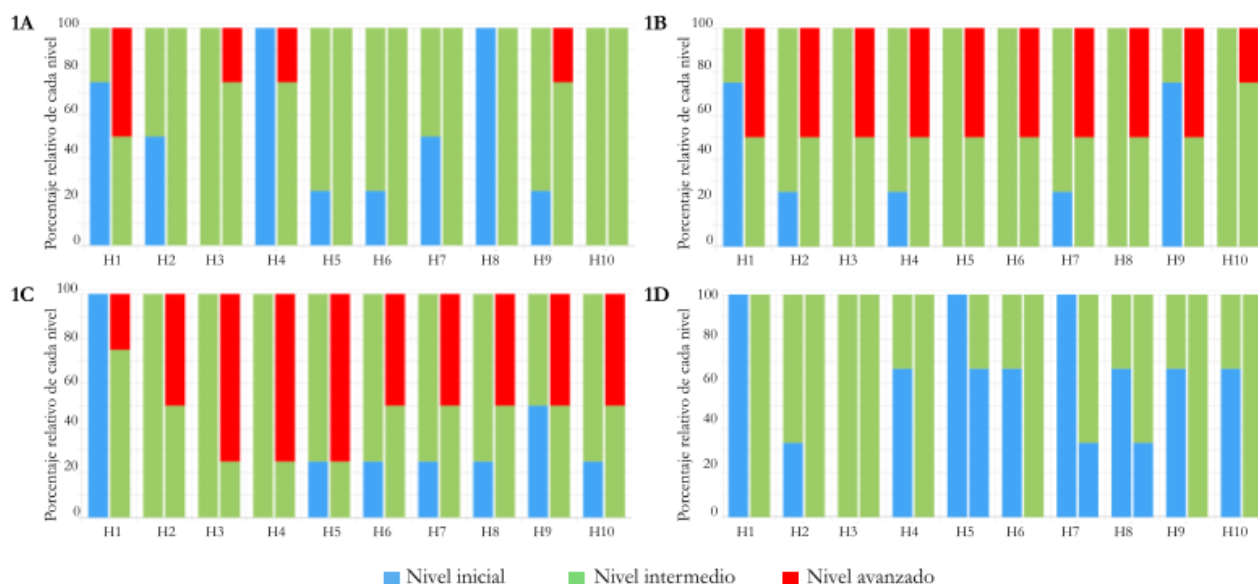


Figura 3

Comparación de la proporción de niveles para cada habilidad (H) alcanzada en la evaluación inicial (primera columna) y la final (segunda columna) en cuatro cursos de primer grado (1A, 1B, 1C y 1D). Los colores representan los niveles (inicial = celeste, intermedio = verde y avanzado = rojo) para cada una de las 10 habilidades evaluadas, que se describen en la Tabla 2.

En segundo grado (figura 4), se encontraron distintos niveles de habilidades en los cursos analizados, registrándose una mayor cantidad de cambio en 2C y 2D respecto a 2A. El nivel avanzado en las evaluaciones iniciales únicamente se registró para algunas habilidades en 2A, mientras que en las evaluaciones finales se observó este nivel para un alto porcentaje de habilidades para los tres cursos. La habilidad en la que se registró un mayor progreso en general fue la observación con detalle (H4) y la adquisición de vocabulario específico (H8). También se encontraron importantes cambios de nivel para las habilidades planteo de preguntas investigables (H1) y respeto por las normas de trabajo (H10).

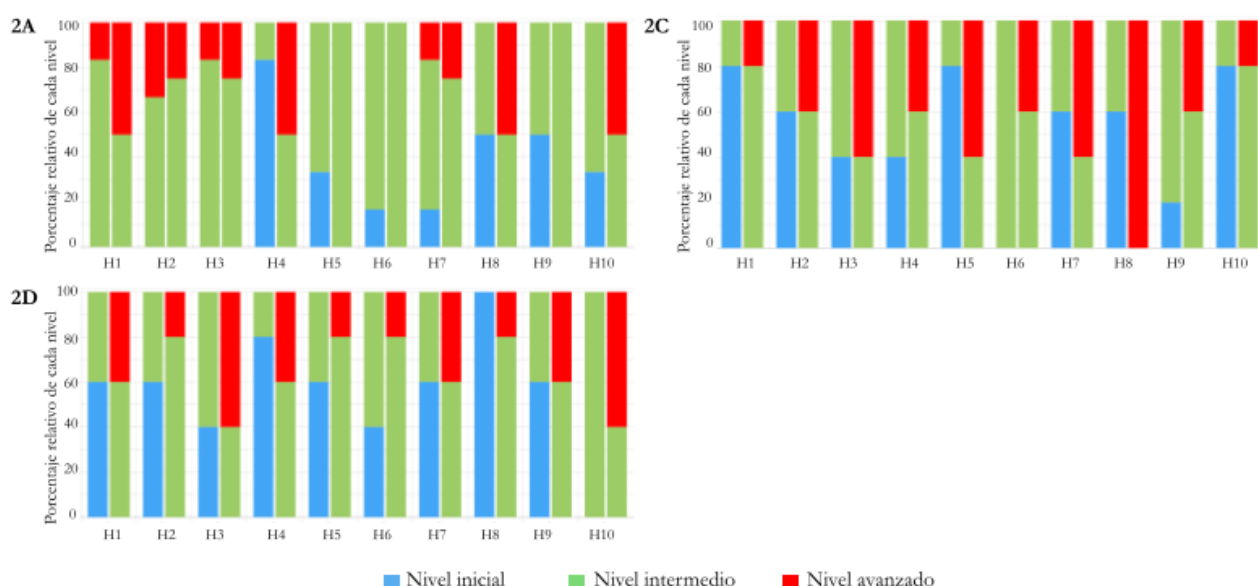


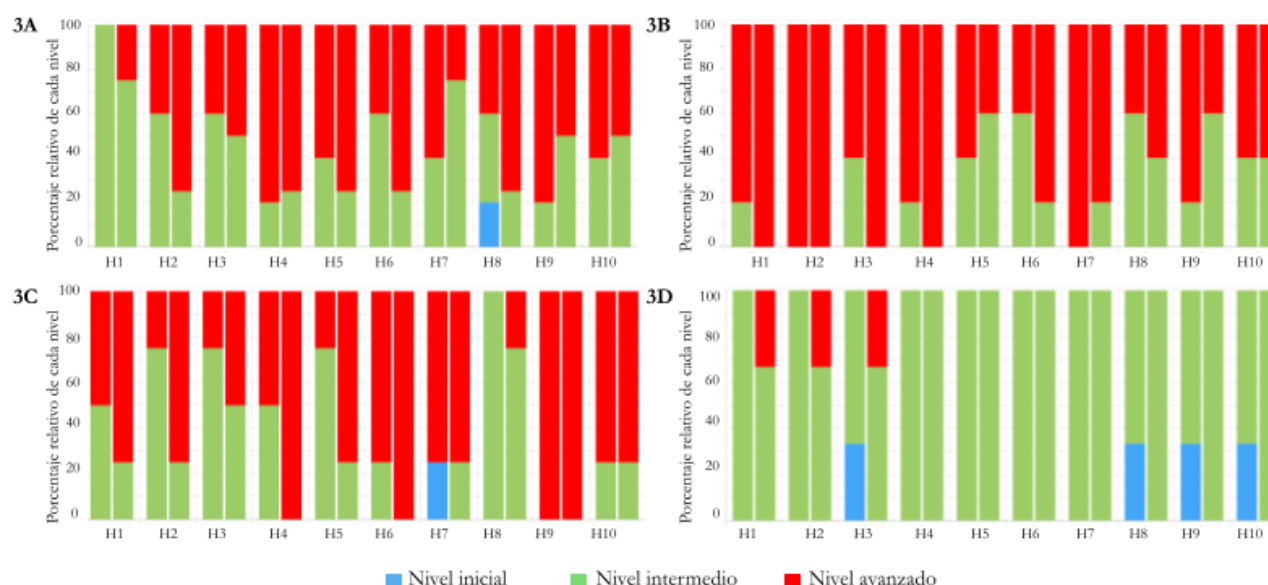
Figura 4

Comparación de la proporción de niveles para cada habilidad (H) alcanzada en la evaluación inicial (primera columna) y la final (segunda columna) en tres cursos de segundo grado (2A, 2C y 2D).

Se omitió un curso participante de la propuesta por no contar con los registros de la evaluación final.



En cuanto a tercer grado (figura 5), el aspecto más destacable es que los niveles para todas las habilidades fueron en general elevados (avanzado e intermedio) desde la evaluación inicial, y es por eso que seguramente la cantidad de cambio encontrada sea menor que para primero y segundo grado. Asimismo, el nivel inicial fue documentado para pocas habilidades, y únicamente en las evaluaciones iniciales. Los cursos 3A, 3B y 3C tuvieron los registros con niveles más elevados desde el inicio. En el caso de 3D predominó el nivel intermedio, con poca cantidad de cambio para todas las habilidades. La habilidad en la que se registró un mayor progreso en general fue la adquisición de vocabulario específico (H8).



**Figura 5**

Comparación de la proporción de niveles para cada habilidad (H) alcanzada en la evaluación inicial (primera columna) y la final (segunda columna) en cuatro cursos de tercer grado (3A, 3B, 3C y 3D).

Aunque es muy probable que haya habido variabilidad en los criterios al aplicar el instrumento de evaluación, el hecho de que los mismos docentes hayan realizado la evaluación antes y después del uso de los cuadernillos en su curso, garantiza que estas diferencias sean mínimas al hacer comparaciones dentro de un mismo curso. Por lo expuesto anteriormente, si bien no es posible comparar rigurosamente un curso con otro, sí pueden observarse como tendencias generales que las habilidades que mayor evolución mostraron en forma global fueron el planteo de preguntas investigables, la observación con detalle y la adquisición de vocabulario específico. El hecho de que los estudiantes hayan ido incorporando vocabulario específico acompañando al desarrollo de las actividades de indagación, resulta particularmente interesante, ya que este tipo de propuestas contribuiría al aprendizaje de otros aspectos de la ciencia más allá de los puramente procedimentales. Por ejemplo, las preguntas, observaciones y actividades experimentales similares a las aquí trabajadas, podrían ser un interesante *punto de partida* para la elaboración de la terminología específica, acorde a la necesidad demostrada por la didáctica de las ciencias de invertir el orden en que suelen introducirse las definiciones y el vocabulario en los libros de texto (Couso, 2020). Es importante mencionar que como ningún curso había realizado previamente actividades de indagación, las diferencias observadas en las evaluaciones iniciales entre primero, segundo y tercer grado podrían estar relacionadas con la propia evolución del alumnado. Primer grado inició el proyecto al comienzo de su alfabetización, mientras que tercer grado había participado en una experiencia de Aprendizaje basado en proyectos el año anterior, lo que sugiere que contaron con diferentes recursos al enfrentar el desafío de realizar actividades de indagación por primera vez.

## Valoración de los docentes y directivos

La valoración de los docentes y directivos fue evaluada mediante una encuesta digital cuyos resultados se muestran en la tabla 3. Entre los datos obtenidos más destacados, se encontró que el 91,6% de los encuestados expresó que el aporte de la propuesta a sus clases de ciencias fue muy satisfactorio o excelente. Asimismo, el 75% de las respuestas indicó que esta forma de trabajo contribuyó a que hacer experiencias en las clases de Ciencias fuera algo más bien sencillo y no excepcional o poco abordable. La totalidad de los docentes y directivos indicó que la propuesta aportó a que los chicos conocieran los métodos con los que se trabaja en Ciencias. En cuanto a los cambios en los alumnos a partir de este tipo de trabajo, el 83% manifestó que pudo notarlos. Entre ellos, mencionaron la apropiación algunas habilidades de la metodología científica (como una mayor apertura a la observación, el planteo de preguntas investigables específicas e hipótesis), una mejora en la organización del trabajo y la adquisición de vocabulario específico. Respecto a la repercusión del proyecto en la comunidad educativa, la mayoría de los encuestados expresó que la había notado, haciendo hincapié en el interés y el entusiasmo que generó tanto en los niños como en los padres. En concordancia, el 83% de los docentes y directivos consultados indicó que el proyecto favoreció la mejora de la calidad de la educación en la escuela. Finalmente, más del 83% de los docentes y directivos participantes consideraron por cumplidos los dos objetivos de la propuesta.

Tabla 3

Percepción de los docentes y directivos involucrados en el proyecto, recogida en una encuesta anónima (n=12)

| Pregunta  | Opciones                   | Porcentaje de respuestas |
|---|----------------------------|--------------------------|
| 1. ¿Cómo valorarías el aporte que hizo la propuesta a tus clases de Ciencias?   | No satisfactorio           | 0%                       |
|   | Regularmente satisfactorio | 0%                       |
|   | Satisfactorio              | 8,3%                     |
|   | Muy satisfactorio          | 50%                      |
|   | Excelente                  | 41,7%                    |
| 2. ¿Esta forma de trabajo contribuye a que hacer experiencias en las clases de Ciencias sea algo más bien sencillo y no excepcional o poco abordable?                           | Si                         | 75%                      |
|   | Parcialmente               | 16,7%                    |
|   | No                         | 8,3%                     |
| 3. ¿Piensas que la propuesta aporta a que los estudiantes conozcan los métodos con los que se trabaja en Ciencias?  | Si                         | 100%                     |
|   | Parcialmente               | 0%                       |
|   | No                         | 0%                       |
| 4. ¿Notaste cambios en tus alumnos a partir de este tipo de trabajo?  | Si                         | 83,3%                    |
|   | Algunos                    | 16,7%                    |
|   | No                         | 0%                       |
| 5. ¿Este proyecto ha tenido repercusión en la comunidad educativa y escuela en la que fue implementado?   | Si                         | 58,3%                    |
|   | Parcialmente               | 41,7%                    |
|   | No                         | 0%                       |
| 6. ¿El proyecto favorece la mejora de la calidad de la educación en la escuela?   | Si                         | 83,3%                    |
|   | Parcialmente               | 16,7%                    |
|   | No                         | 0%                       |
| 7. ¿Considerás que se cumplió el objetivo 1 (promover el desarrollo de competencias de indagación en los estudiantes a partir de la realización de actividades experimentales)? | Si                         | 91,70%                   |
|   | Parcialmente               | 8,3%                     |
|   | No                         | 0%                       |
| 8. ¿Considerás que se cumplió el objetivo 2 (brindar a los docentes herramientas y acompañamiento para que logren fomentar en sus estudiantes tales habilidades)?               | Si                         | 83,3%                    |
|   | Parcialmente               | 16,7%                    |
|   | No                         | 0%                       |

## Conclusiones y consideraciones

En este artículo se analiza y evalúa una propuesta didáctica que permitió acercar a estudiantes y docentes del primer ciclo de la escuela primaria a los métodos que utiliza la ciencia para construir conocimiento. El formato estructurado de las actividades de indagación resultó adecuado para esta primera aproximación a las prácticas científicas, contribuyendo a su inclusión en la enseñanza de las ciencias desde las primeras etapas educativas, tal como es recomendado por Mosquera *et al.* (2018). Nos adherimos a lo propuesto por Furman (2008) en cuanto que la escuela primaria constituye una etapa valiosísima para utilizar el deseo natural de los chicos de conocer el mundo como plataforma sobre la cual construir herramientas de pensamiento científico. En este sentido, consideramos que la propuesta implementada resulta viable para

iniciar estos *cimientos*, los cuales deberían luego fortalecerse con la realización de actividades de indagación de mayor apertura, así como otros ejercicios o proyectos en los que se profundicen las otras dimensiones de la competencia científica definidas por Cañal (2012).

A pesar de la variabilidad dentro de cada uno de los 13 cursos participantes, y de los diferentes criterios de sus docentes, fue posible detectar cambios en los niveles de las habilidades de indagación de los estudiantes de todos los cursos mediante el instrumento de evaluación utilizado. La estandarización lograda gracias a la rúbrica y la plataforma informática asociada permitió comparar la evolución de varios cursos de manera rápida y sencilla, considerando el gran número de participantes en el estudio. El desarrollo de nuevas habilidades y un creciente interés por las ciencias en los alumnos también fue mencionado por sus docentes como algunos de los logros de la implementación. El alto grado de satisfacción expresado por ellos en la encuesta de valoración resulta además un buen indicador de que recibieron el acompañamiento necesario para poder llevar a cabo la propuesta en las aulas.

El éxito de la implementación de esta propuesta en una comunidad escolar relativamente grande y heterogénea sería un buen indicio de que podría llevarse adelante en otras escuelas primarias, más allá de que tengan o no laboratorio, como es el caso de la institución en la que se desarrolló este proyecto. Este aspecto no es menor, ya que, si bien no es imprescindible contar con un laboratorio para realizar experiencias prácticas, especialmente en el nivel primario (Valverde y Näslund-Hadley, 2011), el 88% de las escuelas de América Latina no cuenta con este tipo de instalaciones (Duarte *et al.*, 2011). Tanto el formato propuesto para las actividades de indagación estructuradas, como el instrumento de evaluación para la adquisición de habilidades de indagación resultaron simples y amigables para la comunidad educativa involucrada, y podrían utilizarse en forma conjunta o individualmente en otros cursos del primer ciclo de la escuela primaria, así como en futuras investigaciones.

Finalmente cabe destacar que tal vez el logro más importante de la propuesta resida en que los docentes pudieron apropiarse de la misma, no sólo participando activamente sino también poniendo en marcha otras iniciativas, como la inclusión de lo trabajado en propuestas compartidas con la comunidad de la escuela. El hecho de contar con un cuadernillo que guiara las prácticas experimentales, el material necesario para realizarlas y capacitación y acompañamiento garantizó la puesta en práctica de actividades de indagación, que en general, les resultan complicadas y difíciles de implementar. El tipo de abordaje presentado se presenta como una oportunidad para fortalecer la enseñanza de las ciencias en el complejo escenario de la Argentina y de América Latina, y se alinea con las recomendaciones de Furman (2018) de centrar los esfuerzos en brindar mayor apoyo a los docentes como actores claves para el cambio, fortaleciendo sus prácticas de enseñanza mediante el desarrollo de recursos didácticos y materiales de apoyo.

## Material suplementario

Anexo 1 (pdf)

Anexo 2 (pdf)

## Agradecimientos

La implementación de esta propuesta educativa ha sido financiada por el Premio Clarín Zurich a la Educación 10º Edición. Se agradece a toda la comunidad educativa de la escuela primaria N° 85 Estados Unidos del partido de General San Martín (pcia de Buenos Aires, Argentina), tanto estudiantes, como docentes y directivos, y en especial a Laura Blanchet y Liliana Panichella.

## Referencias

- Ainsworth, S., Prain, V. y Tytler, R. (2011). Drawing to learn in Science. *Science*, 333, 1096-1097. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>.
- Alcalá, M. C. G., y Maqueda, E. M. (2022). Iniciación a las prácticas científicas en Educación Infantil: aprendiendo sobre el sistema digestivo por indagación basada en modelos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1202-1202. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2022.v19.i1.1202](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1202)
- Caamaño, A. (2012) ¿Cómo introducir la indagación en el aula? *Alambique, Didáctica de Las Ciencias*, 70, 83-91.
- Cañal, P. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En Pedrinaci, E. (Coord.), *11 Idea Clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 217-239). Graó.
- Cañal, P., Travé, G. y Pozuelos, F. J. (2011). Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 73, 5-26.
- Couso, D. (2018). El modelo Sol-Tierra de infantil a primaria. Ideas para una mejor progresión de aprendizaje. *Alambique*, 277, 12-16.
- Couso, D. L. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. En Couso, D., Jimenez-Liso, M. R., Refojo, C. y Sacristán, J.A. (Coords), *Enseñando Ciencia con Ciencia* (pp 63-74). FECYT.
- Cortés, A. L., Gándara, M. de la, Calvo, J. M., Martínez, M. B., Ibarra, M., Arlegui, J. y Gil, M. J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 155-176. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285688>.
- Departamento de Educación, Universidades e Investigación. Gobierno Vasco. (2009). *Competencia en Cultura Científica, Tecnológica y de la Salud. Marco teórico* [Archivo PDF]. [http://ediagnostikoak.net/edweb/cas/materiales-informativos/ED11\\_marko\\_teorikoak/3\\_Competencia\\_cientifica.pdf](http://ediagnostikoak.net/edweb/cas/materiales-informativos/ED11_marko_teorikoak/3_Competencia_cientifica.pdf)
- Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. (2018). *Diseño curricular para la educación primaria: primer ciclo y segundo ciclo*. <http://servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/primaria/2018/dis-curricular-PBA-completo.pdf>
- Domènech-Casal, J. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos y Competencia Científica. Experiencias y propuestas para el método de Estudios de Caso. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 5177-5183. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337691>
- Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2014). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 98(3), 443-463.
- Duarte, J., Gargiulo, C. y Moreno, M. (2011). *Infraestructura Escolar y Aprendizajes en la Educación Básica Latinoamericana: Un análisis a partir del SERCE*. Notas Técnicas #IDB-TN-277, Banco Interamericano de Desarrollo.



- Ferrés, C., Marbà, A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2015.v12.i1.03](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.03)
- Ferrés, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 410-426. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2017.v14.i2.09](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.09)
- Forbes, C. (2009). *Preservice elementary teachers' development of pedagogical design capacity for inquiry –an activity-theoretical perspective* [Tesis de doctorado, Universidad de Michigan].
- Furman, M. (2008). Ciencias naturales en la escuela primaria: colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico. *IV Foro Latinoamericano de Educación: Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades*.
- Furman, M. (2018). La educación científica en las aulas de América Latina. En *El Estado de la Ciencia. Principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos* (pp. 47-72). RICYT.
- Furman, M., Barreto, M. C. y Sanmartí, N. (2013). El procés d'aprendre a plantejar preguntes investigables. *Educación Química EduQ*, 14, 1-8. <https://doi.org/10.2436/20.2003.02.102>
- Furman, M., Luzuriaga, M., Taylor, I., Anauati, M. V. y Podestá M. E. (2018). Abriendo la «caja negra» del aula de ciencias: un estudio sobre la relación entre las prácticas de enseñanza sobre el cuerpo humano y las capacidades de pensamiento que se promueven en los alumnos de séptimo grado. *Enseñanza de las ciencias*, 36(2), 81-103. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/342050>.
- Gavidia Catalán, V. y Gómez Llombart, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 441-455. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92041414017>
- Gellon, G, Rossenvasser Feher, E., Furman, M. y Golombek, D. (2018). *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Siglo XXI.
- García, F. G. (2015). Introducción a la didáctica de las ciencias. En García, F.C (Coord.), *Didáctica de las ciencias para educación primaria* (pp. 15-36). Pirámide.
- García-Carmona, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1). [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i1.1108](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1108)
- Greca, I. M., Meneses Villagrà, J. A., Díez Ojeda, M. (2016). La formación en ciencias de los alumnos del Grado en Maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 231-256. [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_2\\_4\\_ex1068.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_4_ex1068.pdf)
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59.
- Laya Iglesias, P. y Martínez Losada, C. (2019). La competencia científica en los libros de texto de Educación Primaria. Ápice. *Revista de Educación Científica*, 3(1), 71-83. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.5000>
- López Banet, L., Martínez Carmona, M., Soto Cascales, C. M., y Reis, P. (2023). Investigaciones secuenciadas por grado de autonomía para el desarrollo de prácticas científicas en 2º y 3º de ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1), 110301-110318. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2023.v20.i1.1501](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1501)
- Marone, L. y Galetto, L. (2011). El doble papel de las hipótesis en la investigación ecológica y su relación con el método hipotético-deductivo. *Ecología Austral*, 21, 201-216.
- Mosquera, I., Puig, B. y Blanco, P. (2018) Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 7-23. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335271>

- OECD (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Puig B. y Gómez B. (2021) Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de insectos, plantas y el problema de la pérdida de polinizadores. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3203. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i3.3203](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3203)
- Ramayón M. J., Abdel Nour A.Y. y Rosa S.M. (2021). Presentación de una plataforma digital para analizar niveles de habilidad de indagación evaluados mediante un instrumento con rúbricas. *Revista de Educación en Biología*, 24(3), 426-428.
- Rosa, S.M. (2019). Proyectos de investigación en los estudios universitarios: progreso de la observación a la indagación. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 195-211. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2607>
- Sabando, M. C., Maldonado, K., Acevedo, E. y Said, A. (2017). Una propuesta didáctica basada en la indagación científica para la enseñanza de las ciencias ecológicas. *Diálogos educativos*, 33, 20-36. <http://www.dialogoseducativos.cl/revistas/n33/sabando>
- Sanmartí, N. (2007). *Evaluar para aprender. 10 ideas clave*. Graó.
- Secretaría de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Dirección General de Planeamiento. Dirección de Currícula (2004). Diseño curricular para la escuela primaria: primer ciclo de la escuela primaria educación general básica. <https://www.buenosaires.gob.ar/areas/educacion/curricula/pdf/dep1.pdf>
- Toma, R. B., Greca, I. M. y Meneses-Villagrà, J. A. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 442–457. <http://hdl.handle.net/10498/19228>
- Valverde, G. y Näslund-Hadley, E. (2011). *La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe. Notas Técnicas IDB-TN-211*, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Virginia Mathematics and Science Coalition Task Force (2013). Teaching About Scientific Inquiry And The Nature Of Science: Toward A More Complete View Of Science. *The Journal of Mathematics and Science: Collaborative Explorations*, 13, 5-25.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?. *Science Education*, 87(1), 112-143. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.10044>

## Información adicional

*Para citar este artículo:* Rosa, S. M. y Ramayón, M. J. (2023) Promoviendo las habilidades de indagación en la escuela primaria: una propuesta para hacer ciencia en el aula y evaluar mediante rúbricas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(3), 3204. doi: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2023.v20.i3.3204