

PIXEL BIT

N° 67 MAYO 2023
CUATRIMESTRAL

e-ISSN:2171-7966
ISSN:1133-8482

Revista de Medios y Educación



EQUIPO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)

EDITOR JEFE (EDITOR IN CHIEF)

Dr. Julio Cabero Almenara, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Facultad de CC de la Educación, Director del Grupo de Investigación Didáctica. Universidad de Sevilla (España)

EDITOR ADJUNTO (ASSISTANT EDITOR)

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Castillo, Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla (España)

Dr. Óscar M. Gallego Pérez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

EDITORES ASOCIADOS

Dra. Urtza Garay Ruiz, Universidad del País Vasco. (España)

Dra. Ivanovna Milqueya Cruz Pichardo, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. (República Dominicana)

CONSEJO METODOLÓGICO

Dr. José González Such, Universidad de Valencia (España)

Dr. Antonio Matas Terrón, Universidad de Málaga (España)

Dra. Cynthia Martínez-Garrido, Universidad Autónoma de Madrid (España)

Dr. Clemente Rodríguez Sabote, Universidad de Granada (España)

Dr. Luis Carro Sancristóbal, Universidad de Valladolid (España)

Dra. Nina Hidalgo Farran, Universidad Autónoma de Madrid (España)

Dr. Francisco David Guillén Gámez, Universidad de Córdoba (España)

CONSEJO DE REDACCIÓN

Dra. María Puig Gutiérrez, Universidad de Sevilla. (España)

Dra. Sandra Martínez Pérez, Universidad de Barcelona (España)

Dr. Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)

Dr. Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)

Dra. Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)

Dr. Vito José de Jesús Carioca. Instituto Politécnico de Beja Ciências da Educação (Portugal)

Dra. Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)

Dr. Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)

Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)

Dra. Sonia Aguilar Gavira. Universidad de Cádiz (España)

Dra. Eloisa Reche Urbano. Universidad de Córdoba (España)

CONSEJO TÉCNICO

Dra. Raquel Barragán Sánchez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

D. Antonio Palacios Rodríguez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

D. Manuel Serrano Hidalgo, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Diseño de portada: Dña. Lucía Terrones García, Universidad de Sevilla (España)

Revisor/corrector de textos en inglés: Dra. Rubicelia Valencia Ortiz, MacMillan Education (México)

Revisores metodológicos: evaluadores asignados a cada artículo

CONSEJO CIENTÍFICO

Jordi Adell Segura, Universidad Jaume I Castellón (España)

Ignacio Aguaded Gómez, Universidad de Huelva (España)

María Victoria Aguiar Perera, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)

Olga María Alegre de la Rosa, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Manuel Área Moreira, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Patricia Ávila Muñoz, Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (México)

Antonio Bartolomé Pina, Universidad de Barcelona (España)

Angel Manuel Bautista Valencia, Universidad Central de Panamá (Panamá)
Jos Beishuizen, Vrije Universiteit Amsterdam (Holanda)
Florentino Blázquez Entonado, Universidad de Extremadura (España)
Silvana Calaprince, Università degli studi di Bari (Italia)
Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)
Raimundo Carrasco Soto, Universidad de Durango (México)
Rafael Castañeda Barrena, Universidad de Sevilla (España)
Zulma Cataldi, Universidad de Buenos Aires (Argentina)
Manuel Cebrián de la Serna, Universidad de Málaga (España)
Luciano Cecconi, Università degli Studi di Modena (Italia)
Jean-François Cerisier, Université de Poitiers, Francia
Jordi Lluís Coiduras Rodríguez, Universidad de Lleida (España)
Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)
Enricomaria Corbi, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Marialaura Cunzio, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Brigitte Denis, Université de Liège (Bélgica)
Floriana Falcinelli, Università degli Studi di Perugia (Italia)
Maria Cecilia Fonseca Sardi, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
Maribel Santos Miranda Pinto, Universidade do Minho (Portugal)
Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)
María-Jesús Gallego-Arrufat, Universidad de Granada (España)
Lorenzo García Aretio, UNED (España)
Ana García-Valcarcel Muñoz-Repiso, Universidad de Salamanca (España)
Antonio Bautista García-Vera, Universidad Complutense de Madrid (España)
José Manuel Gómez y Méndez, Universidad de Sevilla (España)
Mercedes González Sanmamed, Universidad de La Coruña (España)
Manuel González-Sicilia Llamas, Universidad Católica San Antonio-Murcia (España)
Francisco David Guillén Gámez (España)
António José Meneses Osório, Universidade do Minho (Portugal)
Carol Halal Orfali, Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Chile)
Mauricio Hernández Ramírez, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Ana Landeta Etxeberria, Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)
Linda Lavelle, Plymouth Institute of Education (Inglaterra)
Fernando Leal Ríos, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Paul Lefrere, Cca (UK)
Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla (España)
Francois Marchessou, Universidad de Poitiers, París (Francia)
Francesca Marone, Università degli Studi di Napoli Federico II (Italia)
Francisco Martínez Sánchez, Universidad de Murcia (España)
Ivory de Lourdes Mogollón de Lugo, Universidad Central de Venezuela (Venezuela)
Angela Muschitiello, Università degli studi di Bari (Italia)
Margherita Musello, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
Trinidad Núñez Domínguez, Universidad de Sevilla (España)
James O'Higgins, de la Universidad de Dublín (UK)
José Antonio Ortega Carrillo, Universidad de Granada (España)
Gabriela Padilla, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Ramón Pérez Pérez, Universidad de Oviedo (España)
Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)
Julio Manuel Barroso Osuna, Universidad de Sevilla (España)
Rosalía Romero Tena, Universidad de Sevilla (España)
Hommy Rosario, Universidad de Carabobo (Venezuela)
Pier Giuseppe Rossi, Università di Macerata (Italia)
Jesús Salinas Ibáñez, Universidad Islas Baleares (España)
Yamile Sandoval Romero, Universidad de Santiago de Cali (Colombia)
Albert Sangrà Morer, Universidad Oberta de Catalunya (España)
Ángel Sanmartín Alonso, Universidad de Valencia (España)
Horacio Santángelo, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)
Francisco Solá Cabrera, Universidad de Sevilla (España)
Jan Frick, Stavanger University (Noruega)
Karl Steffens, Universidad de Colonia (Alemania)
Seppo Tella, Helsinki University (Finlandia)
Hanne Wacher Kjaergaard, Aarhus University (Dinamarca)



FACTOR DE IMPACTO (IMPACT FACTOR)

SCOPUS Q1 Education: Posici3n 236 de 1406 (83% Percentil). CiteScore Tracker 2022: 5.5 - Journal Citation Indicator (JCI). Emerging Sources Citation Index (ESCI). Categoría: Education & Educational Research. Posici3n 257 de 739. Cuartil Q2 (Percentil: 65.29) - FECYT: Ciencias de la Educaci3n. Cuartil 1. Posici3n 16. Puntuaci3n: 35,68- DIALNET MÉTRICAS (Factor impacto 2021: 1.72. Q1 Educaci3n. Posici3n 12 de 228) - REDIB Calificaci3n Global: 29,102 (71/1.119) Percentil del Factor de Impacto Normalizado: 95,455- ERIH PLUS - Clasificaci3n CIRC: B- Categoría ANEP: B - CARHUS (+2018): B - MIAR (ICDS 2020): 9,9 - Google Scholar (global): h5: 42; Mediana: 42 - Journal Scholar Metric Q2 Educaci3n. Actualizaci3n 2016 Posici3n: 405ª de 1,115- Criterios ANECA: 20 de 21 - INDEX COPERNICUS Puntuaci3n ICV 2019: 95.10

Píxel-Bit, Revista de Medios y Educaci3n está indexada entre otras bases en: SCOPUS, Fecyt, DOAJ, Iresie, ISOC (CSIC/CINDOC), DICE, MIAR, IN-RECS, RESH, Ulrich's Periodicals, Catálogo Latindex, Bin-EDUSOL, Dialnet, Redinet, OEI, DOCE, Scribd, Redalyc, Red Iberoamericana de Revistas de Comunicaci3n y Cultura, Gage Cengage Learning, Centro de Documentaci3n del Observatorio de la Infancia en Andalucía. Ademas de estar presente en portales especializados, Buscadores Científicos y Catálogos de Bibliotecas de reconocido prestigio, y pendiente de evaluaci3n en otras bases de datos.

EDITA (PUBLISHED BY)

Grupo de Investigaci3n Didáctica (HUM-390). Universidad de Sevilla (España). Facultad de Ciencias de la Educaci3n. Departamento de Didáctica y Organizaci3n Educativa. C/ Pirotecna s/n, 41013 Sevilla. Direcci3n de correo electr3nico: revistapixelbit@us.es. URL: <https://revistapixelbit.com/> ISSN: 1133-8482; e-ISSN: 2171-7966; Dep3sito Legal: SE-1725-02 Formato de la revista: 16,5 x 23,0 cm

Los recursos incluidos en Píxel Bit estn sujetos a una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Unported (Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual)(CC BY-NC-SA 4.0), en consecuencia, las acciones, productos y utilidades derivadas de su utilizaci3n no podrán generar ningún tipo de lucro y la obra generada s3lo podrá distribuirse bajo esta misma licencia. En las obras derivadas deberá, asimismo, hacerse referencia expresa a la fuente y al autor del recurso utilizado.

©2023 Píxel-Bit. No est permitida la reproducci3n total o parcial por ningún medio de la versi3n impresa de Píxel-Bit.

- 1.- The platformization of higher education: challenges and implications // La plataformización de la educación superior: desafíos e implicaciones** 7
Francesc Pedró Garcia
- 2.- Una Revisión sistemática de instrumentos que evalúan la calidad de aplicaciones móviles de salud // Systematic review of instruments that assess the quality of mobile health applications** 35
Claudio Delgado-Morales, Ana Duarte-Hueros
- 3.- Aulas del Futuro en España: un análisis desde la perspectiva docente: Future Classrooms in Spain: an analysis from teachers' perspective // Future Classrooms in Spain: an analysis from teachers' perspective** 59
Pedro Antonio García-Tudela, Mari Paz Prendes Espinosa, Isabel María Solano Fernández
- 4.- Uso del deep learning para analizar Facebook y Google Classroom en el campo educativo // Use of deep learning to analyze Facebook and Google classroom in the educational field** 87
Ricardo-Adán Salas-Rueda
- 5.- Videoanálisis de indagaciones científicas en la formación inicial docente: identificación de T-patterns // Video analysis of scientific inquiry in preservice teacher education: Identification of T-patterns** 123
María Carme Peguera-Carré, Andreu Curto Reverte, Jordi L. Coiduras Rodríguez, David Aguilar Camaño
- 6.- Competencias digitales docentes en el contexto de COVID-19. Un enfoque cuantitativo // Teachers' Digital Competences in the context of COVID-19. A quantitative approach** 155
María-Stefanie Vásquez Peñafiel, Paul Nuñez, Javier Cuestas Caza
- 7.- El Digital Storytelling como herramienta y estrategia educativa en versión 2D y 3D para el desarrollo de la competencia narrativa en la educación infantil // Digital Storytelling as a tool and educational strategy in 2D and 3D versions for the development of narrative competence in early childhood education** 187
Alejandra Hurtado-Mazeyra, Rosa Núñez-Pacheco, Olga Melina Alejandro-Oviedo
- 8.- Domain Change: Gaming addiction perceptions among undergraduate students in Thailand and China // Cambio de dominio: percepciones de adicción al juego entre estudiantes universitarios en Tailandia y China** 219
Lauren Rebecca Clark
- 9.- InContext: Comparativa del aprendizaje con el uso de una aplicación móvil entre estudiantes mexicanos y colombianos // InContext: Learning Comparison of Mexican and Colombian Students Using a Mobile Application** 257
Claudia-Alicia Lerma-Noriega, María-Leticia Flores Palacios, Tania Lucía Cobos Cobos, Genaro Rebolledo-Méndez
- 10.- Percepciones de futuros maestros de Educación Primaria sobre la inclusión de la robótica creativa educativa en el aula // Perceptions of future primary school teachers about the inclusion of creative and educational robotics in the classroom** 283
Pilar Soto-Solier, Verónica Villena-Soto, David Molina Muñoz

Videoanálisis de indagaciones científicas en la formación inicial docente: identificación de T-patterns

Video analysis of scientific inquiry in preservice teacher education: Identification of T-patterns

  **Dña. María Carme Peguera-Carré**

Investigadora Predoctoral. Facultad de Educación, Psicología y Trabajo Social. Universidad de Lleida, España

  **Dr. Andreu Curto-Reverte**

Investigador Postdoctoral (Margarita Salas). Facultad de Educación, Psicología y Trabajo Social. Universidad de Lleida, España

  **Dr. Jordi L. Coiduras-Rodríguez**

Profesor agregado. Facultad de Educación, Psicología y Trabajo Social. Universidad de Lleida, España

  **Dr. David Aguilar-Camaño**

Profesor agregado. Facultad de Educación, Psicología y Trabajo Social. Universidad de Lleida, España

Recibido: 2022/10/24; **Revisado:** 2022/11/02; **Aceptado:** 2023/02/25; **Preprint:** 2023/04/14; **Publicado:** 2023/05/01

RESUMEN

La observación en la formación inicial de docentes se ha visto favorecida con la proliferación de herramientas digitales para el análisis de la actuación en el aula, junto a las prestaciones introducidas en el software para tratamientos más complejos de los datos. La literatura refiere la eficacia de las prácticas de videoanálisis en la transmisión y adquisición del conocimiento pedagógico. En este estudio pre-experimental se presentan los resultados de un proceso formativo basado en la observación y análisis de secuencias videográficas sobre indagación científica y su enseñanza en educación primaria. Los registros audiovisuales de treinta estudiantes del grado de educación primaria conduciendo sesiones de ciencias experimentales, antes y después del proceso formativo, muestran en el análisis estadístico y en los T-patterns una mejora en la apropiación de modelos didácticos basados en la indagación. Los docentes en formación inicial transitan desde una primera actuación basada en demostraciones científicas guiadas a una intervención posterior estructurada bajo planteamientos característicos de la práctica de investigación, con una mayor diversidad y movilización de las habilidades científicas acompañadas de ayudas pedagógicas.

ABSTRACT

Observation practices in initial teacher training has been favoured by the proliferation of digital tools for the analysis of classroom performance and the latest developments in software for new and more complex data processing. The literature refers to the effectiveness of video analysis practices in the transmission and acquisition of pedagogical knowledge in higher education. This pre-experimental study presents the results of a training process based on the observation and analysis of video sequences about scientific inquiry and its teaching in primary education. The audiovisual recordings, before and after the training process, of thirty preservice primary education teachers conducting experimental science lectures show, in the statistical studies and in the T-patterns performed, an improvement in the appropriation of didactic models based on inquiry. The preservice teachers progress from initial performances based on guided scientific demonstrations to later interventions that show a more inquiry-based approach where a greater diversity and mobilisation of scientific skills accompanied by pedagogical aids have been identified.

PALABRAS CLAVES - KEYWORDS

Formación preparatoria de docentes, observación, grabación en vídeo, proceso de enseñanza, estrategias en la investigación. Preservice teacher education, observation, video recordings, instruction, research strategies.

1. Introducción

El presente estudio expone cómo la observación de eventos docentes facilita la transferencia teoría-práctica y la transmisión de conocimiento pedagógico en la formación inicial de maestros (Zaragoza et al., 2021). Estas observaciones se han visto favorecidas por el vídeo, en línea con su uso creciente en la educación formal (Alpert & Hodkinson, 2019; Pattier & Ferreira, 2022). El material audiovisual permite el acceso a situaciones reales de aula para la selección de fragmentos de actuaciones docentes de referencia. El análisis de los eventos relevantes permite a los Docentes en Formación Inicial (DFI) construir conocimiento específico de una disciplina, promover la reflexión y participar más efectiva y creativamente en su actividad práctica (Gaudin & Chaliès, 2015; Richards et al., 2021). Sherin et al. (2011) y Goodwin (1994) afirman que el videoanálisis permite atender selectivamente a eventos relevantes en el aula para identificar e interpretar los acontecimientos observados y relacionarlos con conceptos y teorías. Colomo-Magaña et al. (2020) subrayan que combinar estas prácticas de observación con recursos audiovisuales ayuda a dinamizar una formación dirigida a una generación, asiduamente, prosumidora en el entorno sociopersonal. Además, el uso del vídeo aporta flexibilidad y fomenta la autonomía y la autorregulación de los DFI durante su proceso de aprendizaje.

Esta investigación se sitúa en el ámbito de las ciencias experimentales y, concretamente, en el uso del videoanálisis para promover prácticas de indagación científica en DFI de educación primaria.

1.1. Desarrollo de prácticas indagadoras en educación primaria

Las políticas educativas internacionales remarcan la importancia de implementar metodologías de aprendizaje basadas en la indagación en la enseñanza de las ciencias experimentales (National Research Council, 2012; Pedaste et al., 2015). Esta metodología se puede entender como la transposición didáctica de la investigación y consiste en la capacidad para planificar y realizar diseños experimentales que permitan a los discentes responder preguntas y solucionar problemas (Harlen, 2013).

En primer lugar, la indagación implica desarrollar un conjunto de *habilidades científicas*, que se entienden como las actividades que reflejan tareas reales que realizan los científicos. Estas implican la capacidad de aplicar reglas o principios sobre el diseño y la ejecución de una investigación científica (Harlen & Qualter, 2009). Durmaz y Mutlu (2016), Özgelen (2012) y Rönnebeck et al. (2016), en una propuesta de síntesis, enumeran y definen las siguientes *habilidades científicas* de un proceso indagador: observar, cuestionar, hipotetizar, diseñar una investigación bajo el control de variables, interpretar y comunicar.

En segundo lugar, como en todo proceso de enseñanza, la implementación de las diferentes habilidades científicas en el aula también conlleva el acompañamiento de unas acciones o ayudas mediante las cuales el docente interactúa con el alumnado para facilitar su aprendizaje (Tharp & Gallimore, 1989). El presente estudio se centra en la concreción que realizan van de Pol et al. (2010; 2011) del tipo de *ayudas pedagógicas* que pueden implementarse en el aula de ciencias: preguntas, feedback, pistas, instrucciones, explicaciones, modelado verbal o no verbal del proceso u otras comunicaciones aclaratorias.

Sin embargo, en nuestro contexto inmediato la indagación sigue siendo una metodología escasamente implementada en comparación con otras actividades más tradicionales. García-Carmona et al., (2017) ya discuten la necesidad de impulsar estrategias formativas en la formación de los futuros docentes de educación primaria para promover dicha metodología. Introducir las diferentes habilidades científicas en la formación inicial puede ayudar a los DFI con poca experiencia indagadora a iniciarse en el desarrollo de procesos investigadores. Diferentes estudios destacan la importancia de dichas habilidades puesto que facilitan la estructuración de una tarea indagadora al dividirla en subtareas más manejables (Durmaz & Mutlu, 2016; Lazonder & Egberink, 2014).

1.2. El videoanálisis para promover la indagación científica en los DFI

Atendiendo a las aportaciones publicadas hasta el momento en otras disciplinas (Alles et al., 2019), el videoanálisis de eventos docentes puede dar respuesta a las necesidades formativas que presentan los DFI. En esta línea, se atisban sus potencialidades para el análisis didáctico y la reflexión sobre actividades de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Chan et al., 2020; Criswell et al., 2022; Luna, 2018; Roth et al., 2019; Zummo et al., 2021). Por ejemplo, los programas de formación de desarrollo profesional basados en vídeos, como el de Science Teachers Learning From Lesson Analysis (STeLLA), destacan cómo la observación de episodios de enseñanza ejemplares fomenta el desarrollo profesional en el periodo de formación inicial. Específicamente, se constatan mejoras en el conocimiento de los DFI sobre los contenidos científicos que se presentan en estos vídeos, sobre la pedagogía necesaria para implementarlos en la práctica y cómo este conocimiento repercute positivamente en el aprendizaje del alumnado de educación primaria (Roth et al., 2019). En una línea similar, McDonald et al. (2019) describen el desarrollo de un seminario en el que los DFI participan en la identificación y argumentación de aspectos clave de la indagación científica a través del análisis de representaciones de prácticas docentes. Esta formación ayuda a promover la visión profesional de los DFI, su capacidad de reflexión y el conocimiento sobre la metodología de indagación. Vogt y Schmiemann (2020) también destacan las dificultades que los DFI presentan para implementar actividades indagadoras en el aula y, por ello, cómo el videoanálisis beneficia el proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha metodología sin la presión de actuar.

En síntesis, el videoanálisis se ha empleado eficazmente para promover la reflexión y fomentar el conocimiento sobre la metodología de enseñanza-aprendizaje de las ciencias a través de la indagación. Aunque se ha especulado sobre las posibilidades y beneficios del videoanálisis en la práctica docente, no se dispone de literatura que proporcione evidencia sobre su eficacia formativa en la implementación de las habilidades científicas en el aula de educación primaria.

Este estudio presenta un proceso formativo centrado en el videoanálisis y su impacto en la práctica docente de indagación científica de los DFI. Para ello, se plantean dos preguntas de investigación:

1. ¿Qué habilidades científicas y ayudas pedagógicas identifican los DFI en el videoanálisis de una práctica educativa de referencia sobre indagación?

2. ¿Qué habilidades científicas y ayudas pedagógicas movilizan los DFI en una clase de indagación en el aula escolar antes y después del proceso formativo centrado en el videoanálisis?

2. Metodología

2.1. Participantes

En este estudio pre-experimental la muestra no aleatoria se conformó por 51 DFI (76.5% mujeres; edad media entre 20 y 22 años) de una universidad del noreste de España. Los DFI cumplían los siguientes criterios de selección: (1) estar matriculados en el curso 2019-2020, (2) ser estudiantes de tercer año del Grado de Educación Primaria y, (3) realizar el grado en modalidad dual. Cabe especificar que los DFI en modalidad dual realizan, de 1º a 4º curso del grado, el 40% de las horas totales de formación presencial en las escuelas. En concreto, los DFI que conformaron la muestra asistían a escuelas urbanas ubicadas en contextos socioeconómicos desfavorecidos.

Con la irrupción de la pandemia COVID-19 y el cierre de los centros educativos algunos estudiantes no realizaron la entrega del segundo registro audiovisual, lo que supuso una reducción de la muestra a 30 participantes. Por lo tanto, solo se incluyeron los DFI que completaron las distintas evidencias planteadas en el diseño de la investigación: los registros audiovisuales en las escuelas y la tarea de videoanálisis en la universidad.

2.2. Proceso formativo de los DFI

El proceso formativo se estructura en 4 fases (Figura 1):

1. **Intervención 1.** Antes de la formación, los DFI desarrollaron una intervención del ámbito científico en la escuela donde realizaban sus prácticas. Esta práctica se grabó en vídeo y se entregó como el Registro Audiovisual 1 (RA1).
2. **Introducción.** Los DFI participaron en una formación sobre la didáctica de la indagación en la asignatura "Aprendizaje de las Ciencias Experimentales". Primero, se introdujo a los DFI las características generales de las habilidades científicas y su implementación mediante el uso de ayudas pedagógicas. A continuación, se presentó la tarea de videoanálisis a los DFI, introduciendo las pautas de observación y análisis, así como la plataforma CoAnnotation.com donde realizar dicha actividad (Cebrián-Robles, 2022).

Los DFI analizaron un conjunto de nueve clips, de una duración de entre dos y cinco minutos, seleccionados de una sesión grabada en vídeo del museo de ciencias Exploratorium (2021) en el que se muestra una indagación científica de referencia realizada en una aula de educación primaria por una maestra experta. Tres expertos investigadores en didáctica de las ciencias y en didáctica y organización escolar (Coiduras et al., 2020; Peguera-Carré et al., 2021; Solé-

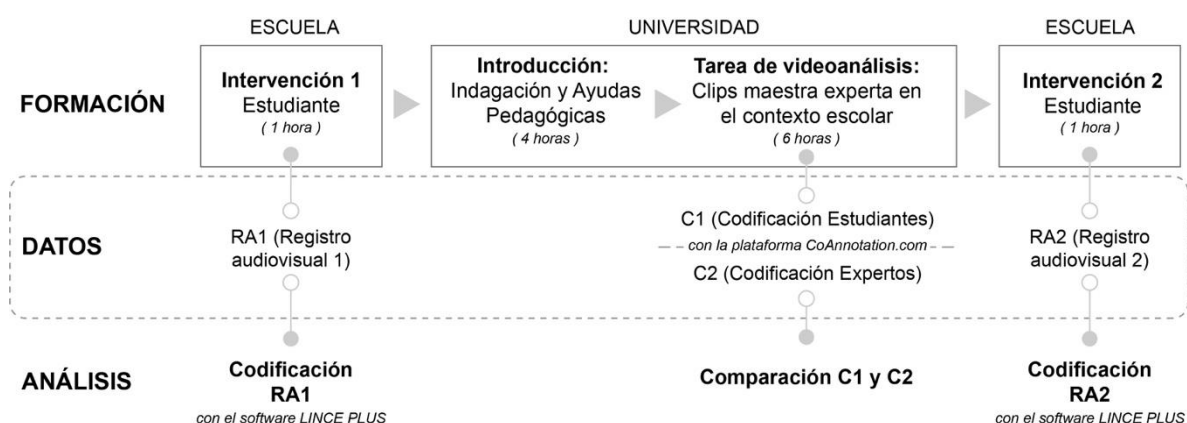
Llussà et al., 2020), acordaron la selección de los clips, considerando los principios heurísticos sobre el uso del vídeo en la enseñanza de los DFI (Blomberg et al., 2013). Los nueve clips seleccionados fueron evaluados como representativos de un proceso de indagación, mostrando la implementación de las diferentes habilidades científicas acompañadas de las ayudas pedagógicas. Se añadieron subtítulos en español al vídeo para evitar las posibles dificultades para analizar adecuadamente su contenido.

3. **Tarea de videoanálisis (C1).** Los DFI realizaron el videoanálisis en línea con la plataforma CoAnnotation.com. Teniendo a Goodwin (1994, 2015) y Sherin y van Es (2005) como referentes, se pidió a los DFI que: a) vieran el clip, b) se fijaran en el inicio y el final de una secuencia (unidad de análisis) en la que habrían de identificar una habilidad científica y/o ayuda pedagógica que la docente implementaba, c) codificaran estas unidades con la habilidad (Durmaz & Mutlu, 2016; Özgelen, 2012; Rönnebeck et al., 2016) y/o la ayuda identificada (van de Pol et al., 2011), d) interpretaran y argumentaran las habilidades y ayudas advertidas (McDonald et al., 2019). Posteriormente se re-visualizaron los vídeos en el aula universitaria para comentar conjuntamente con la docente universitaria las identificaciones e interpretaciones de las habilidades científicas y las ayudas pedagógicas.

4. **Intervención 2.** Los DFI realizaron una nueva intervención de indagación científica en la escuela durante sus prácticas, la grabaron en vídeo y la entregaron como Registro Audiovisual 2 (RA2).

Figura 1

Relación entre el proceso formativo, la recogida y el análisis de los datos.



2.3. Recogida y tratamiento de la información

Se utilizó la metodología observacional para analizar la conducta y eventos espontáneos (Anguera et al., 2020) en la práctica docente mediante un instrumento bidimensional que incluye las habilidades científicas (Durmaz & Mutlu, 2016; Özgelen, 2012; Rönnebeck et al., 2016) y las ayudas pedagógicas (van de Pol et al., 2011).

2.3.1. Comparación de la tarea de videoanálisis de los estudiantes con la codificación de los expertos

Tres expertos analizaron inicialmente los nueve clips seleccionados (fase 2 del proceso formativo). Primero, segmentaron los clips en unidades de análisis según los siguientes criterios: (1) en cada unidad se representaba al menos una habilidad científica y/o una ayuda pedagógica, y (2) cada unidad seguía una misma línea de lógica y significado (Krippendorf, 2019). Por ejemplo, dos o más unidades consecutivas podían incluir la misma habilidad científica, y aun así no podían ser unificadas, ya que cada una tenía su propio significado. A continuación, los expertos codificaron las habilidades científicas y las ayudas pedagógicas expuestas en cada unidad de análisis. Tras un proceso iterativo se obtuvo un kappa de Cohen de .87 entre los tres expertos (Cohen, 1960). Se realizó una última iteración con el fin de alcanzar un consenso total.

Para dar respuesta a la primera pregunta de investigación se realizó una comparación midiendo la frecuencia de acuerdo entre los resultados de la observación de los DFI durante su tarea de videoanálisis (C1) y el análisis de los expertos (C2).

2.3.2. Análisis de los registros audiovisuales 1 y 2

Con el consentimiento informado y los derechos de imagen de los estudiantes universitarios, de las escuelas y del alumnado escolar, los DFI fueron grabados en vídeo mientras desarrollaban sus sesiones de ciencias indagadoras en el aula escolar antes y después de participar en el proceso formativo (Figura 1). Los 30 DFI incluidos en la muestra cumplieron los criterios de inclusión específicos: a) participación en todo el proceso formativo, b) entrega del registro audiovisual 1 y 2, c) condiciones técnicas suficientes de imagen y sonido para la identificación correcta de la conducta docente en RA1 y RA2, d) incorporación de una o más habilidades científicas y ayudas pedagógicas en las entregas de vídeos mencionadas.

El análisis de los registros audiovisuales se realizó mediante un diseño observacional (Anguera et al., 2011): a) *nomotético*, al observar las intervenciones de 30 DFI considerándolos como una individualidad; b) *dinámico*, al hacer un seguimiento analizando una intervención indagadora inicial (RA1) y otra final (RA2); y c) *multidimensional*, por proponer el análisis de dos dimensiones relevantes en las intervenciones, habilidades científicas y ayudas pedagógicas, reflejadas en una multiplicidad de categorías. La codificación de RA1 y RA2 se llevó a cabo con el software libre LINCE PLUS (Soto et al., 2021), que permitió introducir de forma integrada y sincrónica en la pantalla del ordenador: a) las dimensiones y categorías del instrumento de observación, b) los registros audiovisuales de las intervenciones, y c) los resultados de la codificación. Este software

también permite verificar el control de calidad del dato basado en la concordancia interobservador (Kappa).

Después de obtener las imágenes de las intervenciones se procedió al entrenamiento de los expertos y a la obtención del coeficiente de concordancia Kappa de Cohen (Cohen, 1960). En todas las categorías del sistema los expertos alcanzaron unos valores de fiabilidad interobservador de .82 para las habilidades científicas y del .86 para las ayudas pedagógicas. Se realizó una última fase de entrenamiento con el fin de discutir los desacuerdos y alcanzar un consenso. Posteriormente se analizaron los 60 vídeos de los DFI.

Finalmente, atendiendo a la segunda pregunta de investigación se analizó la distribución de las habilidades científicas y las ayudas pedagógicas identificadas en Microsoft Excel 16.16.2 para obtener una imagen inicial de las tendencias de los datos. A continuación, se realizó un análisis para identificar patrones temporales entre las acciones de los DFI en RA1 y RA2. Magnusson (2000) señaló que el método de análisis de T-patterns se basa en el supuesto que los comportamientos humanos complejos tienen una estructura temporal que no puede detectarse completamente con la observación u otra lógica estadística cuantitativa. Así, este tipo de análisis se centra en medidas repetidas e intensivas para detectar patrones de comportamiento recurrentes sincrónicos y secuenciales (Magnusson, 2000; Moskowitz et al., 2009). Los T-patterns son secuencias de eventos caracterizados por restricciones estadísticamente significativas dentro de una ventana de tiempo (intervalo crítico). Mediante la detección de estos patrones temporales se pueden identificar analogías estructurales a través de diferentes niveles de organización, hecho que representa un cambio importante del análisis cuantitativo al estructural (Santoyo et al., 2020). El análisis de T-patterns se llevó a cabo en THEME v.6 y, en este estudio, se aplicaron los siguientes filtros: a) frecuencia de ocurrencia igual o superior a 3; b) nivel de significación de $< .005$, y c) ajuste de reducción de redundancia del 90% para ocurrencias de patrones similares.

3. Análisis y resultados

Respecto a la primera pregunta de investigación se compara el videoanálisis realizado por los expertos (C1) con el de los DFI (C2). La Tabla 1 muestra la frecuencia de acuerdo (f) que indica el porcentaje de DFI que coinciden con los expertos en la codificación de las habilidades científicas y de las ayudas pedagógicas. La concordancia solamente se consideró cuando la codificación de los DFI y de los expertos coincidía en al menos un 80% de la unidad de análisis. En la comparación de C1 y C2 se observa:

En cuanto a las habilidades científicas, una mayor coincidencia en las identificaciones de los DFI de: a) *Comunicar*, con valores del 90% al 97% de acuerdo; b) *Interpretar*, con frecuencias alrededor del 70%; c) *Planificar y Experimentar*, con valores mayoritariamente superiores al 50%.

En las ayudas pedagógicas se observa una gran coincidencia en todas ellas, destacando: a) las *Preguntas* y las *Instrucciones*, con frecuencias de hasta el 100% de acuerdo; b) el *Feedback*, con frecuencias de hasta el 97%; c) las *Pistas*, con valores igual o superiores al 70%.

Tabla 1

Acuerdo de la codificación de los DFI con los expertos en el videoanálisis.

Descripción del vídeo	Unidad de análisis (duración)	Habilidad científica codificada por expertos (f% acuerdo DFI)	Ayudas pedagógicas codificadas por expertos (f% acuerdo DFI)
1. La maestra da soporte al alumnado mediante preguntas y feedback para planificar la investigación paso a paso.	1.1 (0' 55'')	PLA (90)	FDB (27) /PRE (100)
2. La maestra guía con distintas ayudas al alumnado para recordar conceptos científicos y experiencias de la vida real relacionadas con el magnetismo.	2.1 (1' 42'')	OBS (40)	INS (40) /EXP (70) /MOD (87) /PRE (60)
	2.2 (1' 04'')	OBS (7)	FDB (80) /PRE (90)
	2.3 (0' 33'')	OBS (7)	FDB (33) /PRE (50)
3. La maestra aporta explicaciones e instrucciones para ayudar al alumnado a definir la pregunta investigable: "¿Es el imán de bloque más fuerte que el imán de anillo?"	3.1 (0' 29'')	PRI (83)	EXP (60)
	3.2 (0' 30'')	PRI (67)	INS (73)
4. El alumnado, con ayuda de la maestra, discute el diseño experimental para que sea fiable, define las variables de estudio, material necesario y cómo recoger los datos.	4.1 (0' 56'')	PLA (83)	PST (70) /INS (100) /MOD (83)
	4.2 (0' 42'')	PLA (70)	FDB (13) /PRE (100)
	4.3 (0' 52'')	PLA (60)	FDB (33) /INS (90) /PRE (97)
	4.4 (0' 50'')	PLA (50)	FDB (23) /PRE (80)
	4.5 (0' 33'')	PLA (43)	MOD (67) /PRE (57)
5. La maestra organiza la tarea recordando la planificación para que el alumnado se autogestione. Discuten en el aula, a través de preguntas y feedback, lo que esperan que ocurra y recogen los datos en una tabla.	5.1 (0' 37'')	PLA (20)	INS (70) /PRE (80)
	5.2 (0' 06'')	PDC (33)	PRE (77)
	5.3 (0' 14'')	INT (77)	FDB (50) /INS (63) /PRE (77)
6. La maestra guía al alumnado para recordar la pregunta de investigación y discutir los resultados mediante las evidencias en busca de	6.1 (0' 20'')	PRI (80)	PRE (80)
	6.2 (0' 27'')	INT (40)	FDB (33) /INS (67) /PRE (100)
	6.3 (0' 19'')	HIP (17)	FDB (60) /PST (87)

Descripción del vídeo	Unidad de análisis (duración)	Habilidad científica codificada por expertos (f% acuerdo DFI)	Ayudas pedagógicas codificadas por expertos (f% acuerdo DFI)
razonamientos científicos. P. ej.: "el imán de bloque es más fuerte porque el número de arandelas unidas a él es mayor que en el imán de anillo".	6.4 (0' 54")	INT (70)	FDB (67) /PRE (40)
	6.5 (0' 33")	INT (63)	FDB (63) /PRE (17)
7. Comparten los datos recogidos en la experimentación con una representación gráfica y describiéndolos. La maestra promueve la discusión con preguntas y ayuda a la comprensión con explicaciones.	7.1 (0' 36")	INT (63)	INS (77) /EXP (53)
	7.2 (1' 10")	INT (87)	FDB (67) /INS (83) /EXP (57)
	7.3 (0' 31")	INT (77)	EXP (37)
	7.4 (0' 32")	INT (73)	EXP (17) /PRE (57)
8. Analizan los datos representados gráficamente. La maestra ayuda al alumnado a relacionar las pruebas empíricas con los conceptos científicos sobre el magnetismo.	8.1 (0' 23")	INT (60)	MOD (23) /PRE (73)
	8.2 (1' 32")	INT (97)	FDB (97) /PST (80) /PRE (97)
	8.3 (0' 30")	INT (80)	FDB (63)
	8.4 (0' 45")	INT (77)	FDB (50)
9. El alumnado, por parejas y siguiendo las indicaciones de la maestra, registra en un cartel la pregunta de investigación, junto con las afirmaciones y las evidencias recogidas.	9.1 (0' 34")	COM (97)	INS (60) /MOD (63)
	9.2 (0' 12")	PRI (17)	INS (80) /MOD (50)
	9.3 (1' 03")	COM (90)	INS (80) /MOD (43)
	9.4 (0' 59")	INT (50)	FDB (47) /PST (77) /PRE (77)

Observar: OBS /Pregunta de investigación: PRI /Predicciones: PDC /Hipótesis: HIP /Planificar y experimentar: PLA /Interpretar: INT /Comunicar: COM /Feedback: FDB /Pistas: PST /Instrucciones: INS /Explicaciones: EXP /Modelos: MOD /Preguntas: PRE /Otras: OTR

Con relación a la segunda pregunta de investigación, la Tabla 2 presenta una comparación de la frecuencia con la que los DFI implementan unas y otras en sus intervenciones en el aula antes (RA1) y después (RA2) de la formación recibida (Figura 1). La Tabla 2 muestra la frecuencia relativa las habilidades científicas y ayudas pedagógicas identificadas en RA1 y RA2 con respecto al número total de unidades de análisis detectadas, siendo estas $n(RA1)=3512$ y $n(RA2)=3009$. El cambio existente entre RA1 y RA2 evidencia un incremento en la frecuencia de implementación de las habilidades científicas y una frecuencia similar en el uso de las ayudas pedagógicas.

Tabla 2

Estadística descriptiva de habilidades científicas y ayudas pedagógicas

Habilidad científica	f relativa (%)		Ayuda pedagógica	f relativa (%)	
	RA1	RA2		RA1	RA2
Observar	2.8	9.4	Feedback	13.3	16.1
Pregunta de investigación	1.5	5	Pistas	4.3	4.6
Predicciones	1.7	9.1	Instrucciones	13.3	12.2
Hipótesis	.9	6	Explicaciones	8.5	7.5
Planificar y experimentar	16.1	19.9	Modelos	1.8	2.2
Interpretar	.7	6.8	Preguntas	41.3	39.1
Comunicar	1	3.7	Otras	3.9	3.4

También se estudia la aparición simultánea de habilidades científicas junto a ayudas pedagógicas. En la Tabla 3 se presenta la frecuencia relativa de dichos eventos simultáneos, puesto que esta frecuencia permite comparar dos sucesos con valores distintos, como son las unidades de análisis totales en RA1 y RA2. Se destacan con sombreado gris los eventos simultáneos con una frecuencia relativa igual o superior al 1%, dado el elevado número de unidades de análisis en RA1 y RA2.

En la Figura 2 se presentan dendrogramas de T-patterns entre habilidades científicas que implementan los DFI y ayudas pedagógicas con las que las acompañan en RA1 y RA2. La figura ejemplifica secuencias de eventos caracterizados por vínculos estadísticamente significativos entre la habilidad científica implementada en el aula (en negrita en la figura) mediante la ayuda pedagógica (en cursiva en la figura) dentro de un intervalo crítico determinado (Magnusson, 2000).

Los eventos simultáneos destacados en la Tabla 3 y los T-patterns de la Figura 2 muestran coherencia. En RA1 destaca la implementación de patrones simples y repetitivos principalmente de las habilidades de *Observación* y *Planificación y Experimentación* que acompañan con *Instrucciones* y *Preguntas*. En cambio, las eventos simultáneos y patrones de conducta aumentan en número y diversidad en RA2. Los resultados constatan que las *Preguntas* siguen siendo la ayuda pedagógica más utilizada por los DFI, aunque en RA2 acompaña a todas las habilidades científicas. Además, se observan diversos eventos simultáneos que incluyen la *Observación* acompañada de *Feedback* y *Explicaciones*, la *Planificación y Experimentación* acompañada de *Feedback*, *Instrucciones*, *Explicaciones* y *Modelos*, y la formulación de *Hipótesis y Predicciones* y la *Interpretación* de los resultados acompañada de *Feedback*. En RA2, los patrones de conductas detectados sugieren que la

formulación de *Hipótesis y Predicciones* va acompañada de la *Pregunta de Investigación*; esta conducta predice la aparición de las habilidades de *Observación, Planificación y Experimentación e Interpretación*.

Tabla 3

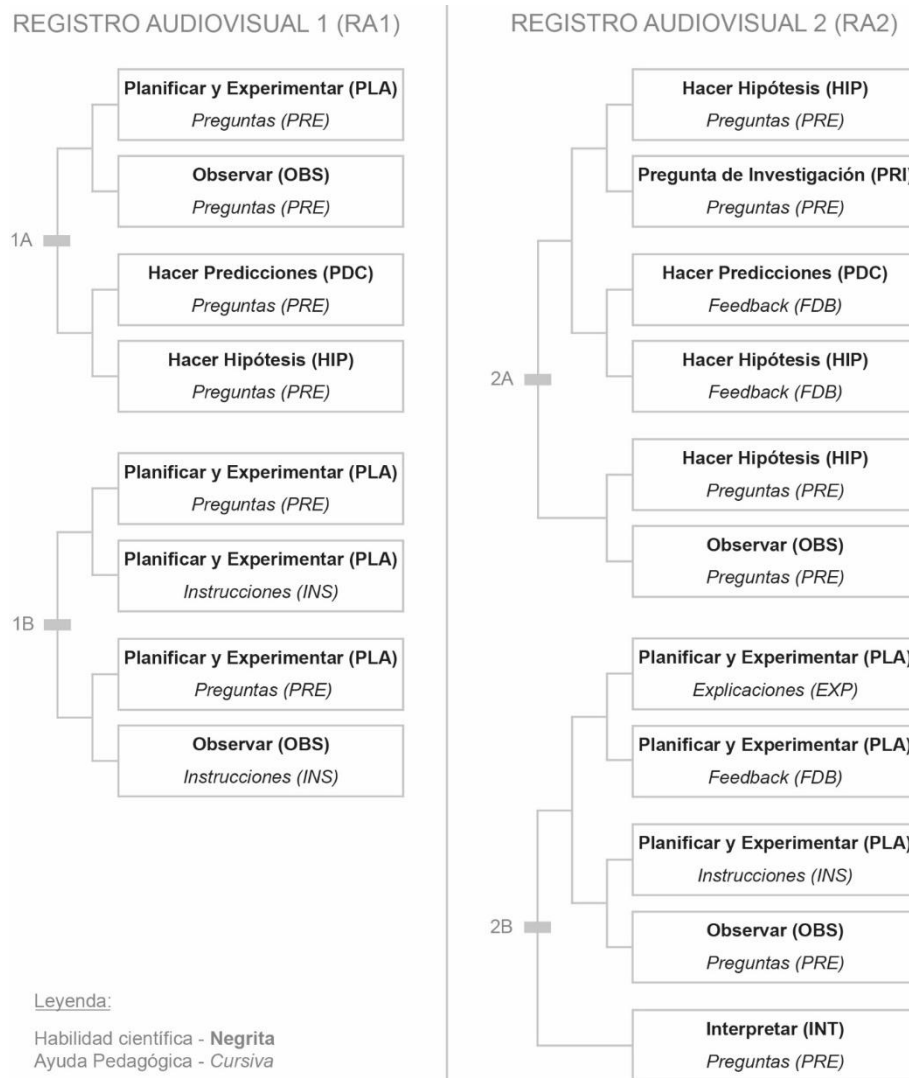
Frecuencia relativa entre la aparición simultánea de habilidades científicas y ayudas pedagógicas que los DFI implementan en sus prácticas indagadoras RA1 y RA2

<i>f</i> relativa (%)	Código	Registro	Ayudas pedagógicas						
		audiovisual	FDB	PST	INS	EXP	MOD	PRE	OTR
Habilidades científicas	OBS	RA1	.3	.1	.3	.3	.3	1.4	0
		RA2	1.6	.3	.6	1	.4	4.9	.3
	PRI	RA1	0	.1	.3	0	0	.9	.2
		RA2	.5	.3	.5	.5	0	3	.1
	PDC	RA1	0	0	.2	.1	0	1.1	0
		RA2	1.4	.4	.7	.8	.2	5.5	.1
	HIP	RA1	.1	0	.1	.1	0	.5	0
		RA2	1.9	.1	.4	.3	.2	3	.1
	PLA	RA1	1.6	.2	4.5	1.4	.4	5.2	.1
		RA2	3.9	.5	6.4	1.8	1.1	5.3	.1
	INT	RA1	.1	.1	0	.1	0	.5	0
		RA2	1.1	.6	.2	.8	.3	3.6	.1
	COM	RA1	.1	.1	.1	.1	.1	.5	.1
		RA2	.5	.1	.3	.4	0	2.4	.1

Observar: OBS /Pregunta de investigación: PRI /Predicciones: PDC /Hipótesis: HIP /Planificar y experimentar: PLA /Interpretar: INT /Comunicar: COM /Feedback: FDB /Pistas: PST /Instrucciones: INS /Explicaciones: EXP /Modelos: MOD /Preguntas: PRE /Otras: OTR

Figura 2

Dendrogramas de T-patterns entre habilidades científicas y ayudas pedagógicas que los DFI implementan en la escuela en RA1 y RA2.



4. Discusión y conclusiones

La indagación científica todavía presenta una incipiente implementación en el aula de educación primaria, traduciéndose en un escenario con escasas oportunidades de experimentación para los DFI (García-Carmona et al., 2017), además de su bajo conocimiento y dominio de las habilidades científicas (Nilsson & Loughran, 2012). En este estudio, los resultados muestran la eficacia del proceso formativo centrado en el videoanálisis para compensar dichas circunstancias. A continuación, se responde a las dos preguntas de investigación planteadas.

Tras recibir una formación teórica inicial, los DFI fueron capaces de identificar, de forma similar a los expertos, tanto las distintas habilidades científicas características de un proceso indagador como las ayudas pedagógicas en el videoanálisis de una práctica docente de referencia. Con relación a estos resultados se destacan los siguientes aspectos (Tabla 1): a) un gran acuerdo de los DFI con los expertos especialmente destacado en la identificación de la *Planificación y Experimentación*, habilidad científica también, con una mayor implementación en el RA1; b) una baja implementación de las habilidades *Pregunta de Investigación e Interpretación* en RA1, que contrasta con una alta identificación de estas en el videoanálisis y una implementación más frecuente en RA2. Estas identificaciones permiten afirmar que el proceso formativo centrado en el videoanálisis ha facilitado la transferencia de la teoría a la práctica de las habilidades científicas y las ayudas pedagógicas al aula de educación primaria (García-Fernández & Benítez-Roca, 2000; Gaudin & Chaliès, 2015; Richards et al., 2021). Probablemente, el uso de herramientas en línea de observación en vídeo ha contribuido a la alta convergencia en las identificaciones (Blikstad-Balas & Sørvik, 2015; Jewitt, 2012). Dichas herramientas permiten reproducir, pausar y revisualizar las secuencias, hecho que ha podido conllevar una mejor comprensión y asimilación del conocimiento pedagógico asociado a la metodología de indagación (Klette & Blikstad-Balas, 2018).

El estudio de las intervenciones de los DFI en el aula, antes de la formación (RA1), permite caracterizarlas como más cercanas a la demostración científica y a la introducción de contenidos desde una perspectiva principalmente teórica (García-Carmona et al., 2017; Solé-Llussà et al., 2018). Esto es congruente con los T-patterns obtenidos en RA1 en los que se observa la repetición casi en exclusiva de las habilidades *Observación y Planificación y Experimentación* (Figura 2). En RA2, destaca la transición de modelos más tradicionales hacia la indagación incorporando las distintas habilidades científicas. Se observan patrones de conductas de los DFI más complejos, con un incremento notable en la frecuencia y diversidad de las diferentes habilidades científicas (Tabla 2). Los T-patterns también muestran que los DFI introducen secuencias indagadoras similares a las que han observado en los vídeos analizados durante el proceso formativo, extrapolando las acciones observadas de la maestra experta a su propia práctica docente. Esto sugiere una función modelizante del vídeo promoviendo la transferibilidad al aula escolar (Roth et al., 2019; Zaragoza et al., 2021).

En cuanto al uso de las ayudas pedagógicas no se observan cambios entre RA1 y RA2, lo que indica que estas se siguen implementando en un número y diversidad similar. Sin embargo, en RA2, las ayudas implementadas están mucho más asociadas al desarrollo de habilidades científicas para favorecer la indagación. Destacan, especialmente, *Preguntas y Feedback* como las ayudas que mayor simultaneidad presentan con el conjunto de habilidades científicas implementadas (Tabla 3). Esto puede explicarse por su pertinencia al contenido pedagógico general y no específico, así como por su utilidad en la promoción de la participación desde la comunicación, y como medio para monitorizar la comprensión del alumnado (van de Pol et al., 2011). *Planificación y Experimentación* es la habilidad más frecuente en las intervenciones que los DFI realizan en el aula y en la que se implementan una mayor diversidad de ayudas (Tabla 2 y Tabla 3). Por un lado, se trata de una habilidad que requiere del alumnado escolar una importante carga cognitiva y es posible que esto motive un uso más frecuente y diverso de las ayudas pedagógicas por parte de los DFI (Kruit et al., 2018; Rönnebeck et al., 2016). Por otro lado, esta situación puede considerarse

como ejemplo de la función modelizante del vídeo de la maestra experta, en el que se observa la relevancia de la planificación y la necesidad de acompañarla de un conjunto variado de ayudas pedagógicas. De este hecho se deriva la trascendencia de proporcionar modelos de referencia durante la formación inicial que recojan la integridad y la complejidad de la actuación docente.

Entre las limitaciones de este estudio señalamos la muestra reducida y su selección no probabilística, dado que se centra en un grupo concreto de estudiantes en formación dual. Además, en el escenario de pandemia, el cierre temporal de las escuelas dificultó la recogida de datos disminuyendo los participantes y reduciendo la posibilidad de generalización de resultados. Aun así, la investigación tiene valor exploratorio y descriptivo como estudio observacional en la formación sobre indagación científica de los DFI, considerando las escasas aportaciones en este ámbito. En esta línea se plantea la necesidad de realizar una iteración incorporando un grupo control para llegar a una comparación estadística del impacto formativo del diseño. Así, como proponen Blomberg et al. (2013), en próximos trabajos parece necesario una mayor diversidad de videos donde se representen las distintas habilidades científicas, con una presencia suficiente para su identificación y análisis a lo largo de las intervenciones. También se propone el diseño y validación de instrumentos para el videoanálisis, favoreciendo un mayor nivel de acuerdo de los observadores.

Finalmente, los resultados de este estudio y las posibles líneas de continuidad pueden formar parte de la respuesta a las necesidades formativas en la pedagogía de las ciencias que se han reportado en la literatura y los informes internacionales.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen a los directores de los centros, a los maestros, a las familias y al alumnado, así como a los maestros en formación inicial, su disposición a participar y las autorizaciones para la recolección de los datos en las aulas.

6. Financiación

Esta investigación se realizó dentro del Grupo de Investigación Competencias, Tecnologías y Sociedad en Educación (COMPETECS, 2021 SGR 01360). Los autores agradecen el apoyo recibido de 2020 ARMIF 00019 de la Agència d'Ajuts per a la Recerca i Universitats (AGAUR) y del Departament d'Economia i Societat del Coneixement de Catalunya, así como la ayuda de la Universitat de Lleida en el Programa de Promoción de la Investigación 2019. Además, este artículo de investigación ha recibido una beca para su revisión lingüística del Instituto de la Lengua de la Universidad de Lleida (convocatoria 2023).

Video analysis of scientific inquiry in preservice teacher education: Identification of T-patterns

1. Introduction

The present study shows how the observation of teaching events promotes theory-practice transfer and the transmission of pedagogical knowledge in initial teacher training (Zaragoza et al., 2021). These observations have been supported by video, in line with its increasing use in formal education (Alpert & Hodkinson, 2019; Pattier & Ferreira, 2022). The audiovisual material allows access to authentic classroom situations to select excerpts of reference teaching actions. The analysis of relevant events enables Preservice Teachers (PTs) to build discipline-specific knowledge, promote reflection, and more effectively and engage creatively in their teaching practice (Gaudin & Chaliès, 2015; Richards et al., 2021). Sherin et al. (2011) and Goodwin (1994) claim that video analysis allows selectively addressing relevant in-class events in order to identify and argue the observed events and associate them with concepts and theories. Colomo-Magaña et al. (2020) highlight that combining these observation practices with audiovisual resources helps to invigorate a training process for a generation that is a regular prosumer in the socio-personal environment. Additionally, the use of video provides flexibility and encourages the autonomy and self-regulation of the PTs during their learning process.

This investigation is conducted in the field of experimental sciences and, in particular, in the use of video analysis to promote scientific inquiry practices among primary school PTs.

1.1. The development of scientific inquiry practices in primary education

International education standards emphasise the importance of implementing inquiry-based learning methodologies in experimental sciences education (National Research Council, 2012; Pedaste et al., 2015). This methodology can be understood as the instructional transposition of research and it consists of the ability to plan and carry out experimental designs that enable learners to answer questions and solve problems (Harlen, 2013).

Firstly, inquiry implies developing a set of *science process skills*, which are understood as activities that reflect real tasks performed by scientists. These involve the ability to apply rules or principles in the design and execution of a scientific investigation (Harlen & Qualter, 2009). Durmaz and Mutlu (2016), Özgelen (2012) and Rönnebeck et al. (2016), in a summary proposal, list and define the following *science process skills* of an inquiry process: observing, questioning, hypothesising, designing an investigation with control variables, interpreting and communicating.

Secondly, as in any teaching process, the deployment of the different scientific skills in the classroom also entails the presence of some actions or scaffolds by means of which the teacher interacts with the pupils to facilitate their learning (Tharp & Gallimore, 1989). The present study focuses on the categorisation provided by van de Pol et al. (2010; 2011) of the type of scaffolds that can be used in a science classroom: questions, feedback, hints,

instructions, explanations, verbal or non-verbal models of the process or other explanatory communications.

However, within our immediate context, inquiry is still a scarcely implemented methodology in comparison with other, more traditional activities. García-Carmona et al. (2017) discussed the need to promote educational strategies in the training of prospective primary school teachers to encourage this methodology. Introducing different science process skills to initial training could help PTs with limited inquiry experience to start developing inquiry processes. Different studies highlight the importance of these skills as they support the organisation of an inquiry task by splitting it into more manageable sub-tasks (Durmaz & Mutlu, 2016, Lazonder & Egberink, 2014).

1.2. Video analysis to promote scientific inquiry in PTs

Considering the contributions published to date in other disciplines (Alles et al., 2019), video analysis of teaching events can address PTs' training needs. Thus, its potential for instructional analysis and reflection on science teaching and learning activities can be envisaged (Chan et al., 2020; Criswell et al., 2022; Luna, 2018; Roth et al., 2019; Zummo et al., 2021). For example, video-based professional development training programmes, such as Science Teachers Learning From Lesson Analysis (STeLLA), highlight how the observation of exemplary teaching episodes promotes professional development in initial teacher education. More specifically, an improvement is noted in PTs' knowledge of the scientific content provided in these videos, the pedagogy needed to implement it in practice, and how this knowledge has a positive impact on primary education pupils' learning (Roth et al., 2019). Similarly, McDonald et al. (2019) describe the development of a seminar in which PTs participate in the identification and argumentation of key aspects of scientific inquiry through the analysis of representations of teaching practices. This training helps to promote PTs' professional vision, their reflective capacity and their knowledge of the inquiry methodology. Vogt and Schmiemann (2020) also highlight the difficulties that PTs have in conducting scientific inquiry activities in the classroom and, therefore, how video analysis benefits the teaching-learning process of such a methodology without the pressure to act.

In summary, video analysis has been effectively used to promote reflection and foster knowledge about the scientific inquiry teaching-learning methodology. Although there has been speculation about the possibilities and benefits of video analysis for teaching practice, there is no evidence in the literature of its formative effectiveness in the implementation of science process skills in the primary school classroom.

This study introduces a training process centred on video analysis and its impact on PTs' scientific inquiry teaching practices. With this purpose, two research questions are posed:

1. What science process skills and scaffolds do PTs identify in the video analysis of an educational reference practice on scientific inquiry?
2. What science process skills and scaffolds do PTs use in an inquiry lesson in a school classroom before and after the training process centred on video analysis?

2. Methodology

2.1. Participants

In this pre-experimental study, the non-randomised sample included 51 PTs (76.5% female; mean age between 20 and 22 years) from a university located in the northeast of Spain. The PTs met the following selection criteria: (1) be enrolled in the 2019-2020 academic year, (2) be third-year students of the Primary Education Degree, and (3) follow the degree programme in a dual-system. It should be specified that from the 1st to the 4th year of the degree, the PTs in dual training perform 40% of the total hours of face-to-face training in schools. Specifically, during the training process the PTs of the sample attended urban schools located in disadvantaged socio-economic contexts.

With the outbreak of the COVID-19 pandemic and the closure of educational centres, some of the students did not submit the second audiovisual recording, which meant a reduction of the sample to 30 participants. Therefore, only the PTs that completed the different pieces of evidence proposed in the research design were included. The evidence consisted of the audiovisual recordings performed at schools and the video analysis task at the university.

2.2. PTs' training process

The training process is organised in 4 stages (Figure 1):

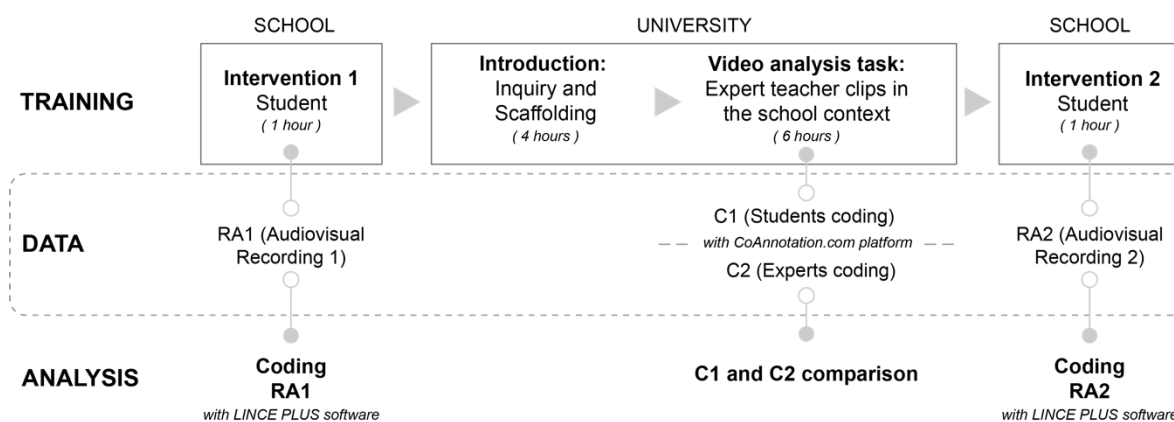
1. **Intervention 1.** Before the training, the PTs carried out a scientific intervention in the school where they were doing their internships. This was recorded on video and delivered as Audiovisual Recording 1 (RA1).
2. **Introduction.** The PTs attended a training process on inquiry instruction within the subject "Experimental Science Learning". First, the PTs were introduced to the general characteristics of science process skills and their use with scaffolds. Then, the video analysis task was explained to the PTs, introducing the observation and analysis guidelines, as well as the CoAnnotation.com platform where this activity was performed (Cebrián-Robles, 2022).

The PTs analysed a set of nine clips of between two and five minutes in duration, selected from a video-recorded session of the Exploratorium science museum (2021). This lecture was managed by an expert teacher in an elementary school classroom, showing an exemplary scientific inquiry. Three expert researchers in science learning and school instruction and organisation (Coiduras et al., 2020; Peguera-Carré et al., 2021; Solé-Llussà et al., 2020), agreed on the selection of these clips, considering the heuristic principles for the use of videos in the PTs' training (Blomberg et al., 2013). The nine selected clips were evaluated as being representative of an inquiry process, showing the implementation of the different science process skills together with the scaffolds. Spanish subtitles were added to the video to avoid possible limitations in properly analysing the content.

3. **Video analysis task (C1).** The PTs performed the online video analysis using the CoAnnotation.com platform. Taking Goodwin (1994, 2015) and Sherin and van Es (2005) as referents, the PTs were asked to: a) watch the clip, b) look at the beginning and end of a sequence (unit of analysis) in which they should identify a science process skill and/or a scaffolding means implemented by the teacher, c) code these units with the skill (Durmaz & Mutlu, 2016; Özgelen, 2012; Rönnebeck et al., 2016) and/or the scaffolding means (van de Pol et al., 2011), d) interpret and argue the skills and scaffolds coded (McDonald et al., 2019). Afterwards, the videos were re-visualised in the university classroom to discuss together with the university lecturer the identification and argumentation of the science process skills and the scaffolding means.
4. **Intervention 2.** The PTs conducted a new scientific inquiry intervention at the school during their internship, recorded it on video and submitted it as Audiovisual Recording 2 (RA2).

Figure 1

Links between the training process and data collection and analysis



2.3. Data collection and analysis

An observational methodology was used to analyse behaviour and spontaneous events (Anguera et al., 2020) in teaching practice using a two-dimensional instrument which includes the science process skills (Durmaz & Mutlu, 2016; Özgelen, 2012; Rönnebeck et al., 2016) and the scaffolding means (van de Pol et al., 2011).

2.3.1. Comparison of the students' video analysis task with the experts' coding

Three experts initially analysed the nine selected clips (stage 2 of the training process). First, they divided the clips into units of analysis according to the following criteria: (1) at least one science process skill and/or one scaffolding means was represented in each unit, and (2) every unit followed a common logic and meaning (Krippendorf, 2019). For instance, two or more successive units could include the same science process skill, and yet they could not be unified, as each had its own meaning. The experts then coded the science process skills and the scaffolds observed in each unit of analysis. After an iterative process, a Cohen's kappa of .87 was obtained among the three experts (Cohen, 1960). There was a final iteration in order to reach full consensus.

In order to answer the first research question, a comparison was made by measuring the frequency of agreement between the results of the PTs' observation during their video analysis task (C1) and the experts' analysis (C2).

2.3.2. Analysis of audiovisual recordings 1 and 2

After informed consent and image rights were obtained from PTs, schools and school pupils, the PTs were video recorded as they performed their scientific inquiry lessons in the school classroom before and after participating in the training process (Figure 1). The 30 PTs included in the sample met the specific inclusion criteria: a) participation in the whole training process, b) submission of audiovisual recordings 1 and 2, c) adequate technical conditions of image and sound to correctly identify the teaching behaviour in RA1 and RA2, and d) inclusion of one or more science process skills and scaffolds in the aforementioned video submissions.

The audiovisual recordings were analysed using an observational design (Anguera et al., 2011): a) *nomothetic*, observing the interventions of 30 PTs as an individuality; b) *dynamic*, following up by analysing an initial (RA1) and a final (RA2) inquiry intervention; and c) *multidimensional*, by proposing the analysis of two relevant dimensions in the interventions, the science process skills and the scaffolds, which are reflected in a multiplicity of categories. RA1 and RA2 were coded with the free LINCE PLUS software (Soto et al., 2021), which allowed introducing the following in an integrated and synchronous way on the computer screen: a) the dimensions and categories of the observational instrument, b) the audiovisual recordings of the interventions, and c) the coding results. This software also enables verifying the data quality control based on inter-observer concordance (Kappa).

After collecting the images of the interventions, the experts were trained and Cohen's Kappa coefficient of concordance was obtained (Cohen, 1960). In all the categories of the system, the experts achieved inter-observer reliability values of .82 for the science process skills and .86 for the scaffolds. A final training step was performed to discuss disagreements and reach a consensus. Subsequently, the 60 PTs videos were analysed.

Finally, addressing the second research question, the distribution of the science process skills and the scaffolding means identified was analysed using Microsoft Excel 16.16.2 to provide an initial picture of the data trends. Next, an analysis was conducted to identify T-patterns between PTs' actions in RA1 and RA2. Magnusson (2000) stated that the T-patterns analysis method is based on the assumption that complex human behaviours have

a temporal structure that cannot be fully detected by observation or other quantitative statistical logic. Thus, this type of analysis focuses on repeated and intensive measurements to detect synchronous and sequential recurrent behavioural patterns (Magnusson, 2000; Moskowitz et al., 2009). T-patterns are sequences of events characterised by statistically significant restrictions within a temporal interval (critical interval). By detecting these temporal patterns, structural analogies can be identified across different levels of organisation, which represents an important change from quantitative to structural analysis (Santoyo et al., 2020). The analysis of T-patterns was executed using THEME v.6 and, in this study, the following filters were applied: a) frequency of occurrence equal to or greater than 3; b) significance level of $< .005$, and c) redundancy reduction adjustment of 90% for occurrences of similar patterns.

3. Analysis and results

Regarding the first research question, the video analysis carried out by the experts (C1) is compared with that of the PTs (C2). Table 1 shows the frequency of agreement (f) which represents the percentage of PTs who agree with the experts in the coding of the science process skills and the scaffolding means. Agreement was only considered when the coding of the PTs and the experts coincided in at least 80% of the analysis unit. In comparing C1 and C2 the following is observed:

Regarding science process skills, there is a greater coincidence in the identification by PTs of: a) *Communication*, with values from 90% to 97% agreement; b) *Interpretation*, with frequencies of around 70%; c) *Planning and Experimentation*, with values mostly above 50%.

For scaffolding means, there is a high degree of agreement in all of them, highlighting: a) *Questions and Instructions*, with frequencies of up to 100% agreement; b) *Feedback*, with frequencies of up to 97%; and c) *Hints*, with values equal to or higher than 70%.

Table 1

Coding agreement between PTs and experts in the video analysis

Video description	Analysis unit (duration)	Science Process	Scaffoldings coded by the experts
		Skills coded by the experts (f % PTs agreement)	(f % PTs agreement)
1. The teacher supports pupils by asking questions and giving feedback to plan the inquiry task step by step.	1.1 (0' 55'')	PLA (90)	FDB (27) /PRE (100)
	2.1 (1' 42'')	OBS (40)	INS (40) /EXP (70) /MOD (87) /PRE (60)

Video description	Analysis unit (duration)	Science Process Skills coded by the experts (f% PTs agreement)	Scaffoldings coded by the experts (f% PTs agreement)
2. The teacher guides pupils using different scaffolding means to remind them of scientific concepts and real-life experiences related to magnetism.	2.2 (1' 04'')	OBS (7)	FDB (80) /PRE (90)
	2.3 (0' 33'')	OBS (7)	FDB (33) /PRE (50)
3. The teacher provides explanations and instructions to help pupils formulate the research question: "Is the block magnet stronger than the ring magnet?"	3.1 (0' 29'')	PRI (83)	EXP (60)
	3.2 (0' 30'')	PRI (67)	INS (73)
4. The pupils, with the teacher's support, discuss the experimental design to ensure its reliability, define the study variables, the required materials and how to collect the data.	4.1 (0' 56'')	PLA (83)	PST (70) /INS (100) /MOD (83)
	4.2 (0' 42'')	PLA (70)	FDB (13) /PRE (100)
	4.3 (0' 52'')	PLA (60)	FDB (33) /INS (90) /PRE (97)
	4.4 (0' 50'')	PLA (50)	FDB (23) /PRE (80)
	4.5 (0' 33'')	PLA (43)	MOD (67) /PRE (57)
5. The teacher organises the task by reminding pupils of the planning so that they can self-manage. They discuss in the classroom, through questions and feedback, what they expect to happen and they record the results on a grid.	5.1 (0' 37'')	PLA (20)	INS (70) /PRE (80)
	5.2 (0' 06'')	PDC (33)	PRE (77)
	5.3 (0' 14'')	INT (77)	FDB (50) /INS (63) /PRE (77)
6. The teacher guides the pupils to recall the research question and discuss the findings using the evidence in search of scientific reasoning. E.g. "the block magnet is stronger because the number of washers attached to it is greater than in the ring magnet".	6.1 (0' 20'')	PRI (80)	PRE (80)
	6.2 (0' 27'')	INT (40)	FDB (33) /INS (67) /PRE (100)
	6.3 (0' 19'')	HIP (17)	FDB (60) /PST (87)
	6.4 (0' 54'')	INT (70)	FDB (67) /PRE (40)
	6.5 (0' 33'')	INT (63)	FDB (63) /PRE (17)
	7.1 (0' 36'')	INT (63)	INS (77) /EXP (53)

Video description	Analysis unit (duration)	Science Process Skills coded by the experts (f% PTs agreement)	Scaffoldings coded by the experts (f% PTs agreement)
7. They share the collected data from the experimentation by means of a graphic representation and by describing it. The teacher promotes discussion with questions and aids understanding with explanations.	7.2 (1' 10'')	INT (87)	FDB (67) /INS (83) /EXP (57)
	7.3 (0' 31'')	INT (77)	EXP (37)
	7.4 (0' 32'')	INT (73)	EXP (17) /PRE (57)
8. They analyse the graphic representation. The teacher assists the pupils to link the empirical evidence with scientific concepts related to magnetism.	8.1 (0' 23'')	INT (60)	MOD (23) /PRE (73)
	8.2 (1' 32'')	INT (97)	FDB (97) /PST (80) /PRE (97)
	8.3 (0' 30'')	INT (80)	FDB (63)
	8.4 (0' 45'')	INT (77)	FDB (50)
9. The pupils, working in pairs and following the teacher's instructions, record the research question on a poster, along with the claims and evidence gathered.	9.1 (0' 34'')	COM (97)	INS (60) /MOD (63)
	9.2 (0' 12'')	PRI (17)	INS (80) /MOD (50)
	9.3 (1' 03'')	COM (90)	INS (80) /MOD (43)
	9.4 (0' 59'')	INT (50)	FDB (47) /PST (77) /PRE (77)

Observation: OBS /Research Question: PRI /Predictions: PDC /Hypotheses: HIP /Planning and experimentation: PLA /Interpretation: INT /Communication: COM /Feedback: FDB /Hints: PST /Instructions: INS /Explanations: EXP/ Models: MOD /Questions: PRE /Others: OTR

Concerning the second research question, Table 2 shows the frequency with which the PTs implemented both the skills and the scaffolds in their interventions in the classroom before (RA1) and after (RA2) the training process (Figure 1). Table 2 provides the relative frequency of the science process skills and the scaffolding means identified in RA1 and RA2 compared to the total number of units of analysis observed, resulting in $n(\text{RA1})=3512$ and $n(\text{RA2})=3009$. The differences between RA1 and RA2 demonstrate an increase in the frequency of implementation of the science process skills and a similar frequency of the use of scaffolding means.

The simultaneous observation of science process skills together with scaffolding means is also studied. Table 3 shows the relative frequency of these simultaneous events, since this frequency allows the comparison of two events with different values, as are the total units of analysis in RA1 and RA2. Simultaneous events with a relative frequency equal to or

higher than 1% are shaded grey, considering the high number of units of analysis in RA1 and RA2.

Figure 2 shows the T-patterns dendrograms between the science process skills implemented by the PTs and the teaching scaffolds supporting them in RA1 and RA2. The figure illustrates sequences of events characterised by statistically significant associations between the science process skill implemented in the classroom (in bold in the figure) and the scaffolding means (in italics in the figure) within a given critical interval (Magnusson, 2000).

The simultaneous events highlighted in Table 3 and the T-patterns in Figure 2 show consistency. In RA1, the implementation of simple and repetitive patterns stands out, mainly from the skills of *Observation* and *Planning and Experimentation* accompanied by *Instructions* and *Questions*. Conversely, the simultaneous events and T-patterns increase both in number and diversity in RA2. The results confirm that *Questions* remain the scaffolding most used by PTs, although in RA2 it accompanies all the science process skills. In addition, different simultaneous events are observed that include *Observation* involving *Feedback* and *Explanations*, *Planning and Experimentation* together with *Feedback*, *Instructions*, *Explanations* and *Models*, and the formulation of *Hypotheses* and *Predictions* and the *Interpretation* of the results along with *Feedback*. In RA2, the T-patterns found suggest that the formulation of *Hypotheses* and *Predictions* is associated with the *Research Question*; this pattern predicts the development of *Observation*, *Planning and Experimentation* and *Interpretation* skills.

Table 2

Descriptive statistics of science process skills and scaffolding means

Science process skills	relative <i>f</i> (%)		Scaffolding means	relative <i>f</i> (%)	
	RA1	RA2		RA1	RA2
Observation	2.8	9.4	Feedback	13.3	16.1
Research question	1.5	5	Hints	4.3	4.6
Predictions	1.7	9.1	Instructions	13.3	12.2
Hypotheses	.9	6	Explanations	8.5	7.5
Planning and experimentation	16.1	19.9	Models	1.8	2.2
Interpretation	.7	6.8	Questions	41.3	39.1
Communication	1	3.7	Others	3.9	3.4

Table 3

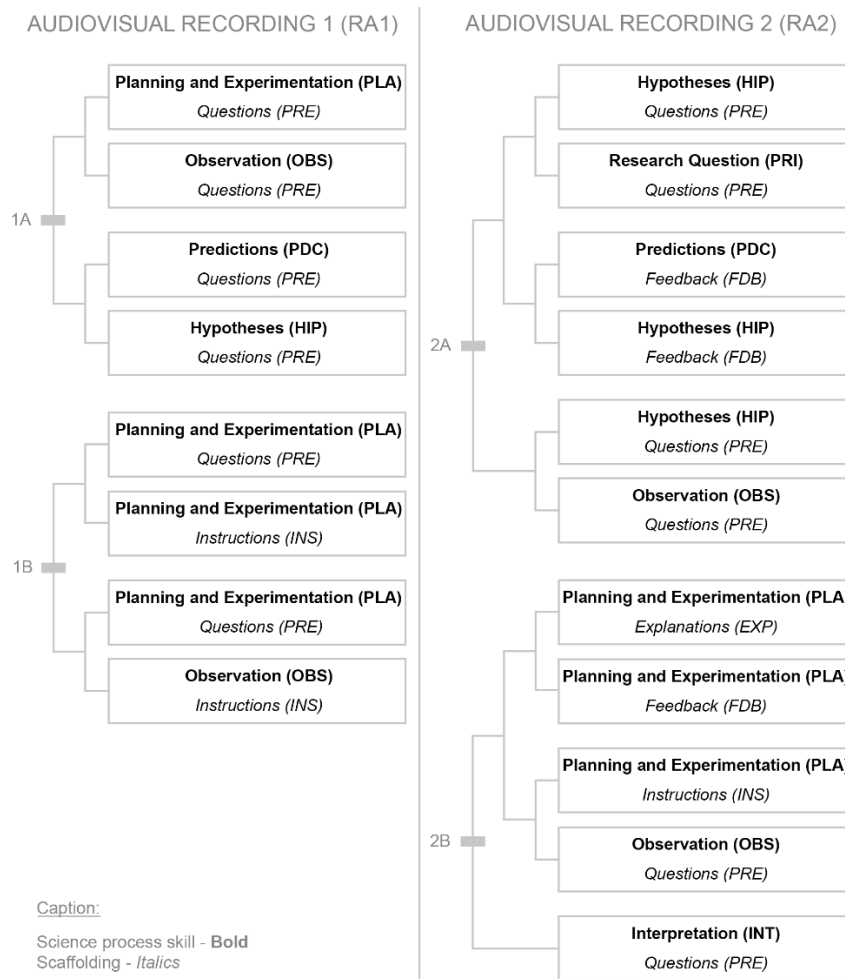
Relative frequency between the simultaneous use of science process skills and scaffolding means implemented by PTs in their RA1 and RA2 inquiry practices

relative f (%)	Code	Audiovisual recording	Scaffolding means						
			FDB	PST	INS	EXP	MOD	PRE	OTR
Science process skills	OBS	RA1	.3	.1	.3	.3	.3	1.4	0
		RA2	1.6	.3	.6	1	.4	4.9	.3
	PRI	RA1	0	.1	.3	0	0	.9	.2
		RA2	.5	.3	.5	.5	0	3	.1
	PDC	RA1	0	0	.2	.1	0	1.1	0
		RA2	1.4	.4	.7	.8	.2	5.5	.1
	HIP	RA1	.1	0	.1	.1	0	.5	0
		RA2	1.9	.1	.4	.3	.2	3	.1
	PLA	RA1	1.6	.2	4.5	1.4	.4	5.2	.1
		RA2	3.9	.5	6.4	1.8	1.1	5.3	.1
	INT	RA1	.1	.1	0	.1	0	.5	0
		RA2	1.1	.6	.2	.8	.3	3.6	.1
	COM	RA1	.1	.1	.1	.1	.1	.5	.1
		RA2	.5	.1	.3	.4	0	2.4	.1

Observation: OBS /Research Question: PRI /Predictions: PDC /Hypotheses: HIP /Planning and experimentation: PLA /Interpretation: INT /Communication: COM /Feedback: FDB /Hints: PST /Instructions: INS /Explanations: EXP/ Models: MOD /Questions: PRE /Others: OTR

Figure 2

T-patterns dendrograms between science process skills and scaffolding means used by PTs at school in RA1 and RA2



4. Discussion and conclusions

The deployment of scientific inquiry is still incipient in elementary education classrooms, thus giving PTs few opportunities for experimentation (García-Carmona et al., 2017), in addition to their low mastery and knowledge of science process skills (Nilsson & Loughran, 2012). In the present study, the results show the effectiveness of the training process centred on the analysis of video to compensate for these circumstances. Below, the two research questions posed are answered.

Following introductory theoretical training, PTs were able to identify, similarly to the experts, both the different science process skills involved in an inquiry process and the scaffolding means in the video analysis of a teaching practice reference model. Concerning these results, the following are highlighted (Table 1): a) a high level of agreement between

the PTs and the experts, especially notable in the identification of Planning and Experimentation, which is also the science process skill most often used in RA1; b) a low representation of the Research Question and Interpretation skills in RA1, in contrast with a high presence of these skills in the video analysis and a greater incidence in RA2. These findings allow us to claim that the training process centred on video analysis has facilitated the theory to practice the transfer of science process skills and scaffolding means to the primary school classroom (García-Fernández & Benítez-Roca, 2000; Gaudin & Chaliès, 2015; Richards et al., 2021). The use of online video observation tools has probably contributed to the high convergence in identifications (Blikstad-Balas & Sørviik, 2015; Jewitt, 2012). These tools allow sequences to be played, paused and replayed, which has led to a better understanding and appropriation of the pedagogical knowledge linked to scientific inquiry methodology (Klette & Blikstad-Balas, 2018).

The study of PTs' classroom interventions before the training (RA1) allows us to identify them closer to scientific demonstration and introduce content knowledge mainly from a theoretical approach (García-Carmona et al., 2017; Solé-Llussà et al., 2018). This is consistent with the T-patterns observed in RA1, where an almost exclusive repetition of *Observation* and *Planning and Experimentation* is observed (Figure 2). In RA2, the transition from more conventional models towards inquiry by integrating the different science process skills is emphasised. More complex T-patterns are observed, with a significant increase in the frequency and variety of science process skills (Table 2). The T-patterns also show that PTs introduce similar inquiry sequences to those they have observed during the video analysis task, by extrapolating the expert teacher's actions to their own teaching practice. This suggests a modelling function of the video as it encourages transferability to the school classroom (Roth et al., 2019; Zaragoza et al., 2021).

Regarding the use of teaching scaffolds, no changes are observed between RA1 and RA2, which indicates that they are implemented in a similar degree of variety and amount. Nevertheless, in RA2 the scaffolding means used are far more associated with the development of science process skills to promote inquiry. In particular, *Questions* and *Feedback* stand out as the means with the highest simultaneity with the set of science process skills used (Table 3). This may be explained by their pertinence to general rather than specific pedagogical content, as well as their effectiveness both in promoting participation through communication and also as means of monitoring pupils' comprehension (van de Pol et al., 2011). *Planning and Experimentation* is the most frequent skill in the interventions performed by PTs at schools and the one that involves the greatest diversity of scaffoldings (Table 2 and Table 3). On the one hand, it is a skill that requires a major cognitive effort on the part of school pupils. So, it is possible that this may lead to a more varied and greater use of scaffolding means by PTs (Kruit et al., 2018; Rönnebeck et al., 2016). Moreover, this situation could be taken as an example of the modelling function of the expert teacher's video, which shows the relevance of planning and the need for planning to be supported by different scaffolding means. Hence the importance of providing reference models during initial training that reflects the integrity and complexity of teacher performance.

The limitations of this study include the reduced sample size and its non-probabilistic selection since it focuses on a specific group of students in dual training. In addition, during the COVID-19 pandemic, the temporary closure of schools hindered data collection, reducing the number of participants and the generalisability of the results. Yet, this research

has exploratory and descriptive value as an observational study in PTs' scientific inquiry training, considering the lack of contributions in this field. Therefore, an iteration with a control group is needed to achieve a statistical comparison of the design's formative impact. As proposed by Blomberg et al. (2013), future studies should include a greater variety of videos in which the different science process skills are sufficiently represented for their identification and analysis throughout the interventions. It is also recommended to design and validate instruments for video analysis, promoting higher agreement among the observers.

In conclusion, the findings of this study and the potential future lines of action could provide insights to address the training needs in science pedagogy that have been reported in the international literature and reports.

5. Acknowledgments

The authors would like to thank the school principals, teachers, families and pupils, as well as the preservice teachers, for their willingness to participate and for their authorisation to collect data in their classrooms.

6. Funding

This research was carried out within the Competences, Technology and Society in Education Research Group (COMPETECS, 2021 SGR 01360). The authors are grateful for the support received from 2020 ARMIF 00019 of the Agència d'Ajuts per a la Recerca i Universitats (AGAUR) and the Departament d'Economia i Societat del Coneixement de Catalunya, as well as the support of the University of Lleida through the Research Promotion Programme 2019. In addition, this research article has received a grant for its linguistic revision from the Language Institute of the University of Lleida (2023 call).

References

- Alles, M., Seidel, T., & Gröschner, A. (2019). Establishing a positive learning atmosphere and conversation culture in the context of a video-based teacher learning community. *Professional Development in Education*, 45(2), 250–263. <https://doi.org/10.1080/19415257.2018.1430049>
- Alpert, F. & Hodkinson, C. S. (2019). Video use in lecture classes: Current practices, student perceptions and preferences. *Education and Training*, 61(1), 31-45. <https://doi.org/10.1108/ET-12-2017-0185>
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, Á., Hernández-Mendo, A., & Losada, J. L. (2011). Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 11(2), 63–76. <https://revistas.um.es/cpd/article/view/133241>

- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. L., & Sánchez-Algarra, P. (2020). Integración de elementos cualitativos y cuantitativos en metodología observacional. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, 49, 49–70. <https://doi.org/10.12795/Ambitos.2020.i49.04>
- Blikstad-Balas, M., & Sørvik, G. O. (2015). Researching literacy in context: using video analysis to explore school literacies. *Literacy*, 49(3), 140-148. <https://doi.org/10.1111/lit.12037>
- Blomberg, G., Renkl, A., Gamoran Sherin, M., Borko, H., & Seidel, T. (2013). Five research-based heuristics for using video in pre-service teacher education. *Journal for Educational Research Online*, 5(1), 90–114. <https://doi.org/10.25656/01:8021>
- Cebrián-Robles, D. (2022). *CoAnnotation*. <https://coannotation.com/>
- Chan, K. K. H., Xu, L., Cooper, R., Berry, A., & van Driel, J. H. (2020). Teacher noticing in science education: do you see what I see? *Studies in Science Education*, 57(1), 1-44. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755803>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37–46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Coiduras, J. L., Blanch, A. & Barbero, I. (2020). Initial teacher education in a dual-system: Addressing the observation of teaching performance. *Studies in Educational Evaluation*, 64, 100834. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100834>
- Colomo-Magaña, E., Gabarda-Méndez, V., Cívico-Ariza, A., & Cuevas-Monzonís, N. (2020). Percepción de estudiantes sobre el uso del videoblog como recurso digital en educación superior. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 59, 7-25. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74358>
- Criswell, B., Krall, R., & Ringl, S. (2022). Video Analysis and Professional Noticing in the Wild of Real Science Teacher Education Classes. *Journal of Science Teacher Education*, 33(5), 531-554. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1966161>
- Durmaz, H., & Mutlu, S. (2016). The effect of an instructional intervention on elementary students' science process skills. *The Journal of Educational Research*, 110(4), 433–445. <https://doi.org/10.1080/00220671.2015.1118003>
- Exploratorium (2021). *Magnet investigation*. <https://www.exploratorium.edu/education/ifi/inquiry-and-eld/educators-guide/magnet-investigation>
- García-Carmona, A., Criado, A. M., & Cruz-Guzmán, M. (2017). Primary pre-service teachers' skills in planning a guided scientific inquiry. *Research in Science Education*, 47(5), 989–1010. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9536-8>
- García-Fernández, M. D., & Benítez-Roca, M. V. (2000). Reconceptualización de la profesión docente mediante el empleo del vídeo. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 14, 77–82. <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/view/61146>
- Gaudin, C., & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41–67. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.06.001>

- Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American anthropologist*, 96(3), 606–633. <https://doi.org/10.1525/aa.1994.96.3.02a00100>
- Goodwin, C. (2015). Professional Vision. In S. Reh, K. Berdelmann, & J. Dinkelaker (Eds.), *Aufmerksamkeit* (pp. 387-425). Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19381-6_20
- Harlen, W. (2013). Inquiry-based learning in science and mathematics. *Review of Science, Mathematics and ICT education*, 7(2), 9–33. <https://doi.org/10.26220/REV.2042>
- Harlen, W., & Qualter, A. (2009). *The teaching of science in primary schools*. David Fulton Publishers.
- Jewitt, C. (2012). *An introduction to using video for research*. NCRM Working Paper. National Center for Research Methods. <http://eprints.ncrm.ac.uk/2259/>
- Klette, K., & Blikstad-Balas, M. (2018). Observation manuals as lenses to classroom teaching: Pitfalls and possibilities. *European Educational Research Journal*, 17(1), 129–146. <https://doi.org/10.1177/1474904117703228>
- Krippendorff, K. (2019). *Content analysis: An introduction to its methodology*, 4th ed. Sage publications.
- Kruit, P. M., Oostdam, R. J., van den Berg, E., & Schuitema, J. A. (2018). Effects of explicit instruction on the acquisition of students' science inquiry skills in grades 5 and 6 of primary education. *International Journal of Science Education*, 40(4), 421-441. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1428777>
- Lazonder, A. W., & Egberink, A. (2014). Children's acquisition and use of the control-of-variables strategy: effects of explicit and implicit instructional guidance. *Instructional Science*, 42(2), 291-304. <https://doi.org/10.1007/S11251-013-9284-3>
- Luna, M. J. (2018). What does it mean to notice my students' ideas in science today? An investigation of elementary teachers' practice of noticing their students' thinking in science. *Cognition and Instruction*, 36(4), 297–329. <https://doi.org/10.1080/07370008.2018.1496919>
- Magnusson, M. S. (2000). Discovering hidden time patterns in behavior: T-patterns and their detection. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 32(1), 93-110. <https://doi.org/10.3758/BF03200792>
- McDonald, S., Grimes, P., Doughty, L., Finlayson, O., McLoughlin, E., & van Kampen, P. (2019). A workshop approach to developing the professional pedagogical vision of Irish secondary preservice science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 30(5), 434–460. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1583033>
- Moskowitz, D. S., Russell, J. J., Sadikaj, G., & Sutton, R. (2009). Measuring people intensively. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 50(3), 131–140. <https://doi.org/10.1037/a0016625>
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>

- Nilsson, P., & Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699–721. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9239-y>
- Özgelen, S. (2012). Students' science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(4), 283–292. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.846a>
- Pattier, D., & Ferreira, P.D. (2022). El vídeo educativo en educación superior durante la pandemia de la COVID-19. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 65, 183-208. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.93511>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Constantinos, C.M., Zacharias, & C.Z., Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <http://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Peguera-Carré, M. C., Curto-Reverte, A., Ianos, M. A., & Coiduras-Rodríguez, J. L. (2021). Evaluación de narrativas en formación dual docente: diseño y experimentación del instrumento SCAN. *Revista de Investigación Educativa*, 39(1), 111-130. <http://doi.org/10.6018/rie.415271>
- Richards, J., Altshuler, M., Sherin, B. L., Sherin, M. G., & Leatherwood, C. J. (2021). Complexities and opportunities in teachers' generation of videos from their own classrooms. *Learning, Culture and Social Interaction*, 28, Article 100490. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2021.100490>
- Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground—A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1206351>
- Roth, K. J., Wilson, C. D., Taylor, J. A., Stuhlsatz, M. A., & Hvidsten, C. (2019). Comparing the effects of analysis-of-practice and content-based professional development on teacher and student outcomes in science. *American Educational Research Journal*, 56(4), 1217–1253. <https://doi.org/10.3102/0002831218814759>
- Santoyo, C., Jonsson, G. K., Anguera, M. T., Portell, M., Allegro, A., Colmenares, L., & Torres, G. Y. (2020). T-patterns integration strategy in a longitudinal study: A multiple case analysis. *Physiology & Behavior*, 222, 112904. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112904>
- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2005). Using video to support teachers' ability to notice classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 13(3), 475–491.
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R., & Philipp, R. A. (Eds.). (2011). *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes*. Routledge.
- Solé-Llussà, A., Aguilar, D., & Ibáñez, M. (2020). Video-worked examples to support the development of elementary students' science process skills: A case study in an inquiry activity on electrical circuits. *Research in Science & Technological Education*, 40(2), 251-271. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1786361>

- Solé-Llussà, A., Aguilar, D., Ibáñez, M., & Coiduras Rodríguez, J. L. (2018). Análisis de la comunicación de experiencias indagadoras presentadas en congresos de ciencias dirigidos a alumnos de educación infantil y primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1302. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1302
- Soto, A., Camerino, O., Iglesias, X., Castañer, M., & Anguera, M. T. (2021). LINCE PLUS software for systematic observational studies in sports and health. *Behavior Research Methods*, 54, 1263-1271. <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01642-1>
- Tharp, R., & Gallimore, R. (1989). *Rousing Minds to Life: Teaching, Learning, and Schooling in Social Context*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139173698>
- van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher–student interaction: A decade of research. *Educational psychology review*, 22(3), 271-296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>
- van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2011). Patterns of contingent teaching in teacher–student interaction. *Learning and Instruction*, 21(1), 46-57. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.10.004>
- Vogt, F., & Schmiemann, P. (2020). Assessing Biology Pre-Service Teachers' Professional Vision of Teaching Scientific Inquiry. *Education Sciences*, 10(11), 332. <https://doi.org/10.3390/educsci10110332>
- Zaragoza, A., Seidel, T., & Hiebert, J. (2021). Exploring preservice teachers' abilities to connect professional knowledge with lesson planning and observation. *European Journal of Teacher Education*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1996558>
- Zummo, L., Hauser, M., & Carlson, J. (2021). Science Teacher Noticing via Video Annotation: Links between Complexity and Knowledge-Based Reasoning. *Journal of Science Teacher Education*, 33(7), 1-20. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1989645>

Cómo citar:

- Peguera-Carré, M.C., Curto-Reverte, A., Coiduras-Rodríguez, J., & Aguilar-Camaño, D. (2023). Videoanálisis de indagaciones científicas en la formación inicial docente: identificación de T-patterns [Video analysis of scientific inquiry in preservice teacher education: T-patterns identification]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 67, 123-153. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.96894>