



Universitat de Lleida

Anàlisi d'esdeveniments docents en pràctiques indagadores per a la millora del desenvolupament professional de l'estudiantat del grau d'Educació Primària Dual

Maria Carme Peguera Carré

<http://hdl.handle.net/10803/689990>



Anàlisi d'esdeveniments docents en pràctiques indagadores per a la millora del desenvolupament professional de l'estudiantat del grau d'Educació Primària Dual està subjecte a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 No adaptada de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Les publicacions incloses en la tesi no estan subjectes a aquesta llicència i es mantenen sota les condicions originals.

(c) 2023, Maria Carme Peguera Carré

Anàlisi d'esdeveniments docents en pràctiques indagadores per a la millora del desenvolupament professional de l'estudiantat del grau d'Educació Primària Dual

Maria Carme Peguera Carré

Directors:

Dr. David Aguilar Camaño

Dr. Jordi L. Coiduras Rodríguez

Tesi doctoral, 2023

Doctorat en Tecnologia Educativa

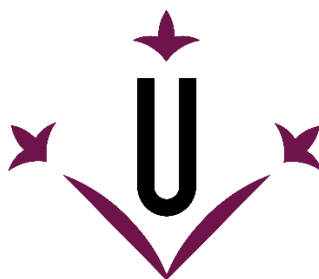


**Universitat
de Lleida**



Anàlisi d'esdeveniments docents en pràctiques indagadores per a la millora del desenvolupament professional de l'estudiantat del grau d'Educació Primària Dual, de Maria Carme Peguera Carré.

Aquesta obra està subjecta a una llicència de (BY-NC-ND)
Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 Internacional.



Universitat de Lleida

Tesi Doctoral

**Anàlisi d'esdeveniments docents en
pràctiques indagadores per a la millora
del desenvolupament professional de
l'estudiantat del grau d'Educació
Primària Dual**

Maria Carme Peguera Carré

Memòria presentada per optar al grau de Doctor
per la Universitat de Lleida
Programa de Doctorat en Tecnologia Educativa
Menció Internacional

Directors

Dr. David Aguilar Camaño
Dr. Jordi L. Coiduras Rodríguez

Tutor

Dr. Jordi L. Coiduras Rodríguez

2023

Education is education.
We should learn everything and then choose which path to follow.
Education is neither Eastern nor Western, it is human.

Malala Yousafzai,
*youngest Nobel Prize laureate in 2014
for standing up and fighting
for women's education.*

Any knowledge that doesn't lead to new questions quickly dies out:
it fails to maintain the temperature required for sustaining life.

Wisława Szymborska,
*Polish poet,
Nobel Prize in Literature for 1996.*

I am among those who think that science has great beauty.
A scientist in his laboratory is not only a technician:
he is also a child placed before natural phenomena,
which impress him like a fairy tale.

Marie Skłodowska Curie,
*two times Nobel Prize,
one in physics (1903) and one in chemistry (1911).*

ÍNDEXS

The background of the page is a light blue color with a subtle network diagram. The diagram consists of several circular nodes of varying sizes, some with concentric rings, connected by thin, light blue lines. The nodes are arranged in a way that suggests a complex, interconnected system, possibly representing a network or a data structure. The overall aesthetic is clean and modern.

Índex de la tesi

DEDICATÒRIA	1
AGRAÏMENTS	3
TRACTAMENT LINGÜÍSTIC DEL GÈNERE	5
INFORMACIÓ DEL PROJECTE DE TESI	7
PREMI EXTRAORDINARI AL PROJECTE DE TESI	7
PUBLICACIONS INDEXADES DE LA TESI	10
PARTICIPACIÓ EN CONGRESSOS I SEMINARIS	12
ESTADES EN ALTRES CENTRES DE RECERCA	15
RESUM	19
RESUMEN	20
ABSTRACT	21
1. INTRODUCCIÓ	25
2. MARC TEÒRIC	29
2.1. REPTES I EMERGÈNCIES EN L'EDUCACIÓ CIENTÍFICA BÀSICA	29
2.2. L'APRENENTATGE DE LES CIÈNCIES EN L'EDUCACIÓ PRIMÀRIA	31
2.2.1. <i>La indagació científica en l'educació bàsica</i>	32
2.2.2. <i>Habilitats científiques implicades en l'aprenentatge de les ciències</i>	33
2.3. LA FORMACIÓ INICIAL DELS MESTRES EN CIÈNCIES.....	36
2.3.1. <i>Aspectes clau en la formació científica dels futurs docents</i>	38
2.3.2. <i>El desenvolupament de la visió professional en l'ensenyament de les ciències a la formació inicial</i>	39
2.4. L'ÚS DEL VÍDEO COM A APROXIMACIÓ A L'EXERCICI PROFESSIONAL.....	41
2.4.1. <i>Condicions dels vídeos utilitzats en la formació superior</i>	42
2.4.2. <i>L'anàlisi de vídeo per promoure la indagació en els futurs mestres</i>	43
3. PROBLEMA DE RECERCA	49
4. OBJECTIUS DE LA INVESTIGACIÓ	55
5. METODOLOGIA	59
5.1. CONTEXT	63
5.1.1. <i>Participants dels estudis</i>	63
5.1.2. <i>Situació específica en la qual s'ha desenvolupat la investigació</i>	65
5.2. PROCÉS FORMATIU DIRIGIT ALS DOCENTS EN FORMACIÓ INICIAL D'EDUCACIÓ PRIMÀRIA	67
5.3. RECOLLIDA I TRACTAMENT DE LA INFORMACIÓ	68
5.3.1. <i>Pretest i postest d'indagació científica</i>	71
5.3.2. <i>Anàlisi observacional dels registres audiovisuals 1 i 2</i>	71
5.3.3. <i>Estudi de la tasca d'anàlisi de vídeo del grup experimental</i>	79
5.3.4. <i>Validació FIR-THOR</i>	79
6. ESTUDIS QUE CONSTITUEIXEN LA TESI	83
6.1. ESTUDI 1	85
6.1.1. <i>Fitxa informativa de l'Estudi 1</i>	85
6.1.2. <i>Text complet de l'Estudi 1</i>	87

6.2. ESTUDI 2.....	127
6.2.1. Fitxa informativa de l'Estudi 2.....	127
6.2.2. Text complet de l'Estudi 2.....	129
6.3. ESTUDI 3.....	155
6.3.1. Fitxa informativa de l'Estudi 3.....	156
6.3.2. Text complet de l'Estudi 3.....	157
6.4. ESTUDI 4.....	183
6.4.1. Fitxa informativa de l'Estudi 4.....	183
6.4.2. Text complet de l'Estudi 4.....	185
7. DISCUSSIÓ GLOBAL DELS RESULTATS	215
7.1. ANÀLISI DE VÍDEO D'UNA PRÀCTICA D'INDAGACIÓ DURANT EL PROCÉS FORMATIU DELS DFI.....	215
7.2. CONEIXEMENT SOBRE LES HABILITATS CIENTÍFIQUES DELS DFI	222
7.3. IMPLEMENTACIÓ DELS DFI DE LES HABILITATS CIENTÍFIQUES A L'AULA ESCOLAR.....	224
7.4. OBSERVACIÓ DE LA PRÀCTICA DOCENT DELS DFI A L'AULA D'EDUCACIÓ PRIMÀRIA	227
7.5. IMPACTE DEL PROCÉS FORMATIU EN LA PRÀCTICA DOCENT DELS DFI A L'ESCOLA.....	229
8. CONCLUSIONS, APORTACIONS I LIMITACIONS	237
8.1. CONCLUSIONS	237
8.2. APORTACIONS DE LA TESI.....	239
8.3. LIMITACIONS I FUTURS ESTUDIS	241
8. CONCLUSIONS, CONTRIBUTIONS AND LIMITATIONS	242
8.1. CONCLUSIONS	242
8.2. CONTRIBUTIONS OF THE THESIS.....	244
8.3. LIMITATIONS AND FUTURE STUDIES	245
REFERÈNCIES	249
ANNEXOS	267
ANNEX 1. CONSENTIMENT PER A LA PARTICIPACIÓ EN L'ESTUDI	269
ANNEX 2. CONTRACTE I AUTORITZACIÓ PER A REALITZAR ENREGISTRAMENTS A LES ESCOLES	270
ANNEX 3. VALIDACIÓ DEL TEST D'INDAGACIÓ CIENTÍFICA	271
ANNEX 4. PÀGINA WEB AMB EL MATERIAL DEL PROCÉS FORMATIU.....	274
ANNEX 5. CONTINGUT DE LA PÀGINA WEB: TEST D'INDAGACIÓ CIENTÍFICA	275
ANNEX 6. INSTRUMENT D'AVUACIÓ DEL TEST D'INDAGACIÓ CIENTÍFICA	279
ANNEX 7. EXEMPLE PRÀCTIC D'AVUACIÓ DE LA PREGUNTA D'INVESTIGACIÓ DEL TEST.....	282
ANNEX 8. INSTRUMENT D'AVUACIÓ DELS REGISTRES AUDIOVISUALS	283
ANNEX 9. RESUM DELS VÍDEOS DE L'EXPLORATORIUM (2021) UTILITZATS EN EL PROCÉS FORMATIU DEL GRUP EXPERIMENTAL.....	287
ANNEX 10. VALIDACIÓ DELS VÍDEOS UTILITZATS EN EL PROCÉS FORMATIU DEL GRUP EXPERIMENTAL	289
ANNEX 11. GUIA TÈCNICA PROPORCIONADA ALS ESTUDIANTS ABANS DE L'ANÀLISI DE VÍDEO	291
ANNEX 12. MATERIALS COMPLEMENTARIS PER A L'ESTUDIANTAT: GUIA DE GRAVACIONS.....	293

Índex de figures que no formen part de les publicacions

FIGURA 1. DIAGRAMA REPRESENTATIU DE LA METODOLOGIA I PROCÉS GLOBAL.	50
FIGURA 2. PROCÉS FORMATIU DEL GRUP DE CONTROL I EXPERIMENTAL, RECOLLIDA DE DADES I ANÀLISI EN ELS QUATRE ESTUDIS DE LA TESI.	60
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓ TEMPORAL DELS CONTEXTOS FORMATIUS DEL GEP-DUAL.	64
FIGURA 4. CRONOGRAMA I PROCÉS SEGUIT EN EL DESENVOLUPAMENT DELS ESTUDIS QUE CONFORMEN LA TESI.	66
FIGURA 5. DIAGRAMA DELS ESTUDIS QUE CONSTITUEIXEN LA TESI.	84
FIGURA 6. MITJANA ARITMÈTICA DEL DESENVOLUPAMENT PRÀCTIC DELS DFI DE L'ESTUDI 3 EN LES DIMENSIONS I ÍTEMS DEL FIR-THOR.....	228
FIGURA 7. IMPLEMENTACIÓ D'INDAGACIONS CIENTÍFIQUES DE QUATRE DFI DEL GRUP EXPERIMENTAL.....	231
FIGURA 8. PÀGINA WEB AMB MATERIAL COMPLEMENTARI DEL PROJECTE.....	274
BELOW THERE ARE SOME IMAGES WHERE IT IS POSSIBLE TO OBSERVE THE PHENOMENON OF BUOYANCY.	275
FIGURA 9. PRIMERA IMATGE INICIAL DEL TEST D'INDAGACIÓ.....	276
FIGURA 10. SEGONA IMATGE INICIAL DEL TEST D'INDAGACIÓ	276
FIGURA 11. TERCERA IMATGE INICIAL DEL TEST D'INDAGACIÓ	276

Índex de taules que no formen part de les publicacions

TAULA 1. INDICADORS BIBLIOMETRICS DE LA TESI PER COMPENDI D'ARTICLES.	11
TAULA 2. HABILITATS CIENTÍFIQUES INTEGRADES, OBJECTE D'ESTUDI EN LA TESI DOCTORAL.	35
TAULA 3. OBJECTIUS ESPECÍFICS, RECOLLIDA I ANÀLISI DE LES DADES DELS ESTUDIS QUE CONFORMEN LA TESI.	69
TAULA 4. INSTRUMENT BIDIMENSIONAL DE LES HABILITATS CIENTIFIQUES I ELS AJUTS PEDAGOGICS.	73
TAULA 5. RESUM DE LA INFORMACIÓ DE L'ARTICLE 1.	85
TAULA 6. RESUM DE LA INFORMACIÓ DE L'ARTICLE 2.	127
TAULA 7. RESUM DE LA INFORMACIÓ DE L'ARTICLE 3.	156
TAULA 8. RESUM DE LA INFORMACIÓ DE L'ARTICLE 4.	183
TAULA 9. PERCENTATGE D'ACORD DELS DFI DEL GRUP EXPERIMENTAL AMB ELS EXPERTS EN LA IDENTIFICACIÓ DE LES HABILITATS CIENTÍFIQUES I ANÀLISI INDUCTIU DE LA SEVA CODIFICACIÓ I ARGUMENTACIÓ, INDICANT LA FREQUÈNCIA ABSOLUTA D'APARICIÓ D'AQUESTES IDEES (N _i).	217
TAULA 10. PERCENTATGE D'ACORD DELS DFI DEL GRUP EXPERIMENTAL AMB ELS EXPERTS EN LA IDENTIFICACIÓ DELS AJUTS PEDAGÒGICS QUE ACOMPANYEN LES HABILITATS CIENTÍFIQUES.	221
TAULA 11. COMPARACIÓ DEL DESENVOLUPAMENT DE LES HABILITATS CIENTÍFIQUES EN EL TEST D'INDAGACIÓ ABANS I DESPRÉS DEL PROCÉS FORMATIU DELS GRUPS DE CONTROL I EXPERIMENTAL.	223
TAULA 12. FREQUÈNCIA RELATIVA (F _i) DE LA IMPLEMENTACIÓ SIMULTÀNIA DE LES HABILITATS CIENTÍFIQUES I DELS AJUTS PEDAGÒGICS PER PART DELS DFI A L'AULA, ABANS (RA1) I DESPRÉS (RA2) DE LA FORMACIÓ.	225
TAULA 13. ESCALA DE PERTINENÇA DEL TEST	271
TAULA 14. ESCALA D'IMPORTÀNCIA DEL TEST	271
TAULA 15. ESCALA D'UNIVOCITAT DEL TEST	272
TAULA 16. INFORMACIÓ DELS PARTICIPANTS DE LA VALIDACIÓ.	272
TAULA 17. RESULTATS DE LA FASE 1 DE LA VALIDACIÓ DEL TEST	273
TAULA 18. RESULTATS DE LA FASE 2 DE LA VALIDACIÓ DEL TEST	273

Dedicatòria

Especialment, vull dedicar aquest treball al meu company de vida, el Roger, per la seva comprensió, amor i suport incondicional en aquesta etapa.

A les meves germanes i mare, Blanca, Marta i Carme, per cuidar-me i acompanyar-me en aquest camí.

Als meus padrins i pare, que varen ensenyar-me valors ètics i, sobretot, a ser resilient.

A la Montse, el Ramon, l'Ariadna i el Noel, per la seva ajuda, companyia i comprensió durant aquests anys.

A l'Andreu i el Marc, per la seva ajuda i suport moral en les alegries i les dificultats viscudes.

A l'Alicia, l'Anna i la Cristina, per la seva sincera amistat tant en els dies bons com en els dolents.

A la Sara, per entendre'm i acompanyar-me a passejar a la natura amb tranquil·litat.

A la Carla, la Clàudia, l'Anna, la Maria, la Marta, l'Àurea i la Cristina, per les rondes de converses infinites i per estar presents al llarg dels anys.

Agraïments

Aquesta tesi ha suposat un trajecte personal, en alguns moments solitari, sobretot en l'època de la pandèmia, però també en bona companyia. El treball fet no hauria estat possible sense l'ajuda i col·laboració desinteressada d'un gran nombre de persones. En primer lloc, vull donar les gràcies als directors de la tesi, el Dr. David Aguilar i el Dr. Jordi Coiduras, també tutor de tesi, per creure en mi, i acompanyar-me durant el projecte. Tot camí té pedres, però junts les hem anat esquivant. Us estic molt agraïda per tot l'aprenentatge rebut, però també per les hores de reflexió i la vostra disponibilitat.

Agraeixo també la col·laboració del professorat universitari, en especial al Dr. Àngel Blanch pel seu assessorament estadístic, com també al Dr. Manel Ibáñez i a la comunitat educativa, que han participat en la fase experimental d'aquesta tesi. Moltes gràcies per obrir-me les portes a l'aula universitària i a les escoles d'Educació Primària, per donar valor al projecte permetent l'aplicació pràctica en contextos educatius reals. Sense la vostra ajuda aquesta tesi no s'hauria pogut realitzar. De la mateixa manera, m'agradaria donar les gràcies especialment a l'alumnat de la FEPTS per accedir a participar en l'estudi, a més a més de donar-me l'oportunitat d'aprendre com a tutora de pràctiques i de millorar com a docent.

Vull donar les gràcies per l'inestimable suport i contribució a la meva formació investigadora a la Dra. Teresa Anguera de la Universitat de Barcelona, tot un exemple a seguir. Auch möchte ich mich bei Frau Dr. Mareike Kunter, Herrn Dr. Lukas Begrich und ihrem Arbeitsteam an der Goethe-Universität für die neuen Perspektiven bedanken, die sie mir am DIPF eröffnet haben.

Durant aquests anys he tingut la sort de formar part del grup de recerca COMPETECS (2021 SGR 01360). Agraeixo la confiança mostrada pels seus membres, que m'han permès participar d'altres projectes per a créixer professionalment. En especial, vull agrair al Dr. Xavier Carrera, coordinador del Programa de Doctorat, l'acompanyament brindat durant aquests anys. Tampoc puc deixar de mencionar als companys de despatxos que han estat al meu costat en aquest procés, gràcies pel suport i per escoltar-me durant aquest viatge.

Finalment, vull agrair a les amigues, els amics i a la família, que durant el desenvolupament de la tesi han compartit les meves alegries, però també els meus malestars. Sou llum en el camí.

Simplement, gràcies.

Tractament lingüístic del gènere

En una societat com la nostra convé que la llengua, com a producte social, reflecteixi igualtat. Al llarg d'aquest document, i en el transcurs de la tesi, s'ha tingut cura del tractament lingüístic del gènere fent canvis mínims en la redacció. S'ha optat per referències genèriques a través de mots col·lectius, mots epicens, estructures impersonals, determinants sense marca de gènere, adjectius equitatius o substantius invariables, entre altres. Quant a l'ús del masculí genèric, aquest s'ha utilitzat en les referències en plural que es fan a col·lectius, sense necessitat de precisió, incloent-hi dones, homes i persones no binàries. S'ha decidit no fer ús de les formes dobles perquè, a vegades, poden arribar a dificultar la lectura o, fins i tot, crear contrasentits o mancances de coherència.

Informació del projecte de tesi

Aquest treball s'emmarca dins del Projecte Programa de Promoció de la Recerca 2019 – AUDL – Ajuts de la Universitat de Lleida i ha rebut el suport de la Universitat de Lleida sota l'empareda de les mesures urgents de prevenció, contenció i coordinació per fer front a la crisi sanitària ocasionada per la COVID-19 amb el finançament de la pròrroga de cinc mesos del contracte predoctoral.

Premi extraordinari al projecte de tesi

La Càtedra Banco Santander de la Universidad de Zaragoza atorga, entre les quatre universitats que conformen el Campus Iberus, el Primer Accèssit al Premi Santander a Proyectos de Tesis Doctorales sobre el uso de las TIC en la docencia, IV Edición 2021 al present projecte de tesi "Análisis de eventos docentes en prácticas indagadoras para la mejora del desarrollo profesional de los estudiantes del grado de Educación Primaria Dual".

Publicacions indexades de la tesi

Aquesta tesi doctoral per compendi d'articles està formada per un estudi que presenta un instrument emprat en la metodologia i un marc empíric que consta de tres estudis.

Metodologia

La metodologia d'aquest treball ha suposat l'elaboració de la següent publicació:

Estudi 3. **Peguera-Carré, M. C.**, Coiduras, J., Aguilar, D., & Blanch, A. (2023). Evaluation of preservice teachers' performance in school through video observations during the COVID-19 pandemic. *European Journal of Educational Research*, 12(2), 851-863. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.851>

Marc empíric

La part empírica de la tesi s'estructura en tres articles, publicats o en procés:

Estudi 1. **Peguera-Carré, M. C.**, Aguilar, D., Ibáñez, M., & Coiduras, J. L. (2023). The effect of video analysis of inquiry school practices on pre-service teachers' scientific skills knowledge. *Journal of Science Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2023.2236377>

Estudi 2. **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, 123-154. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.96894>

Estudi 4. **Peguera-Carré, M. C.**, Aguilar, D., & Coiduras, J. (enviat). Prácticas de indagación científica en futuros maestros de Educación Primaria. *Comunicar*.

La següent taula resumeix els principals indicadors bibliomètrics de les revistes en què s'han publicat (o postulat) els estudis que conformen la tesi per articles:

Taula 1

Indicadors bibliomètrics de la tesi per compendi d'articles

	Idioma	Revista	Format de publicació	Indexació
Estudi 1	Anglès	<i>Journal of Science Teacher Education</i>	Hybrid	Q1 SJR / Scopus Educació
Estudi 2	Castellà/ Anglès	<i>Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación</i>	Open Access	Q1 Scopus Educació
Estudi 3	Anglès	<i>European Journal of Educational Research</i>	Open Access	Q2 Scopus Educació
Estudi 4	Castellà	<i>Comunicar</i>	Open Access	Q1 JCR/ SJR/ Scopus Educació

Participació en congressos i seminaris

- Peguera Carré, M. C., & Coiduras, J. (2023).** Evaluación de las prácticas externas duales en la formación inicial de docentes. *XVII Symposium Internacional sobre el practicum y las prácticas externas. <La formación práctica de profesionales en el horizonte de los ODS>*, Poio.
- Coiduras, J., & **Peguera Carré, M. C. (2023).** Observación del aula: una experiencia de videoanálisis en el Grado de Educación Primaria - dual. *XVII Symposium Internacional sobre el practicum y las prácticas externas. <La formación práctica de profesionales en el horizonte de los ODS>*, Poio.
- Peguera Carré, M. C., Coiduras, J., & Ibáñez, M. (2022).** Análisis en vídeo de sesiones de indagación en el Grado de Educación Primaria Dual. *X Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa (CIMIE). <Sin ciencia no hay salida de la pandemia ni educación transformadora>*, Barcelona.
- Peguera Carré, M. C. (2022).** Videoanálisis de prácticas indagadoras para el desarrollo profesional de los estudiantes del grado de educación primaria Dual. *Fòrum Internacional d'Educació i Tecnologia (FIET). <STEAM: innovar i investigar per a transformar l'educació >*, Lleida.
- Peguera Carré, M. C., Coiduras, J., & Aguilar, D. (2021).** El desarrollo de la competencia indagadora en el grado de Educación Primaria dual. En *XI Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias: aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible* (pp. 367-370). Lisboa: Revista Enseñanza de las ciències. ISBN: 978-84-123113-4-1
- Peguera Carré, M. C., Aguilar, D., & Coiduras, J. (2021).** La competència científica en els estudiants del grau d'Educació Primària Dual: Intervenció per a la millora a través d'anàlisis d'esdeveniments docents en pràctiques indagadores. En *XI Congrés internacional de Docència Universitària i Innovació*. Barcelona: Raco. ISBN: 2385-6203

- Peguera Carré, M. C.**, Coiduras, J., Aguilar, D., Canela, A., & Brescó, E. (2020). Análisis de las prácticas indagadoras con tecnologías en la formación dual de maestros de educación primaria. En *XXIII Congreso Internacional la tecnología como eje del cambio metodológico* (pp. 375-379). Málaga: UMA editorial. ISBN: 978-84-1335-052-3
- Peguera Carré, M. C.** (2020). Desarrollo de la competencia científica mediante análisis de eventos docentes basados en prácticas indagadoras: una experiencia de formación dual de maestros. *VII Seminario Interuniversitario de Investigación en Tecnología Educativa (SiiTE)*, Lleida.
- Curto, A., **Peguera Carré, M. C.**, & Coiduras, J. (2019). La observación entre iguales en el G. de Educación Primaria. El uso de la rúbrica IOC como estrategia formativa para el desarrollo profesional. En *XV Symposium Internacional sobre el Prácticum y las Prácticas Externas "Presente y retos de futuro"* (pp. 551-566). Poio (Pontevedra): Asociación para el Desarrollo del Prácticum y de las Prácticas Externas "Red de Prácticum". ISBN: 978-84-09-12890-7

Estades en altres centres de recerca

Facultat de Psicologia de la **Universitat de Barcelona** (del 6 de febrer al 12 de març de 2020). Estada formativa amb la catedràtica M. Teresa Anguera Argilaga de l'Àrea de Coneixement de Metodologia de les Ciències del Comportament. Formació específica en metodologia mixta i d'observació directa i indirecta, així com en l'ús de programari per a la seva aplicació en el projecte d'aquesta tesi. *Aquesta estada va ser interrompuda per la irrupció de la pandèmia de la COVID-19 i la consegüent declaració de l'estat d'alarma.*

DIPF, **Leibniz Institute for Research and Information in Education** of Germany (de l'1 de setembre al 8 de desembre de 2022). Estada de recerca a l'equip de la Dra. Mareike Kunter al Departament de Teacher and Teaching Quality. Col·laboració amb el projecte "Slice-Up – The Thin Slices Procedure: Application to Instruction and the Analysis of Judgement Processes" per a aprofundir en la metodologia observacional i l'anàlisi de les evidències qualitatives i mixtes. *Ajut "Estades en altres centres per desenvolupar tasques de recerca 2022-2023 UdL".*



Resum

Resumen

Abstract

Resum

Estudis de l'última dècada evidencien que la indagació científica té una presència incipient a l'Educació Primària, fet que proporciona escasses oportunitats pràctiques d'aprenentatge per als Docents en Formació Inicial (DFI). A més a més, alguns autors han manifestat les dificultats dels DFI en la implementació de la indagació científica a les aules escolars. En els darrers anys, la literatura ha proposat l'ús del vídeo com a una estratègia formativa eficaç per la formació dels futurs mestres, també en l'ensenyament de les ciències experimentals.

L'interès principal de què parteix la present tesi doctoral per compendi de publicacions és promoure la indagació científica en els DFI dual a través del disseny, la implementació i l'anàlisi d'un procés formatiu basat en l'anàlisi en vídeo. L'experimentació d'aquest procés formatiu amb eines tecnològiques s'aborda a partir d'un estudi quasi experimental, amb un grup experimental, que participa del procés formatiu amb anàlisi de vídeo, i un grup de control, que segueix un procés formatiu sense l'ús de vídeos. A través d'una metodologia mixta, s'estudia si el procés formatiu promou la comprensió i la implementació de les habilitats científiques en la pràctica docent d'indagació científica dels DFI.

Els resultats de l'aplicació de la Rúbrica d'Observació Tsang-Hester Revisada de Quinze Ítems (FIR-THOR) van confirmar la validesa i fiabilitat de l'instrument per avaluar les tres dimensions de l'ensenyament, l'Avaluació, la Gestió de l'aula i la Instrucció, mitjançant enregistraments de vídeo. D'altra banda, els resultats globals dels estudis empírics que conformen la tesi confirmen que el procés formatiu, centrat en l'anàlisi de vídeo, promou el coneixement de la indagació, així com la comprensió de les habilitats científiques que implica i la implementació d'aquestes en la pràctica docent dels DFI. Específicament, l'estudi suggereix una funció modeladora del vídeo, tot fomentant la transferibilitat d'esdeveniments docents a l'aula escolar.

Aquesta tesi ha permès ampliar la literatura existent sobre les possibilitats i beneficis de l'anàlisi de vídeo en la pràctica docent, aplicada en l'àmbit de la didàctica de les ciències. L'estratègia didàctica emprada dona suport a la formació inicial de mestres per afavorir el desenvolupament d'indagacions i de les habilitats científiques implicades en les aules d'Educació Primària.

Paraules clau: formació inicial de docents; enregistraments en vídeo; observació; indagació científica; procés d'ensenyament.

Resumen

Estudios de la última década evidencian que la indagación científica tiene una incipiente presencia en la Educación Primaria, lo que proporciona escasas oportunidades prácticas de aprendizaje para los Docentes en Formación Inicial (DFI). Además, algunos autores han manifestado las dificultades de los DFI en la implementación de la indagación científica en las aulas escolares. En los últimos años, la literatura ha propuesto el uso del vídeo como una estrategia formativa eficaz para la formación de los futuros maestros, también en la enseñanza de las ciencias experimentales.

El interés principal del que parte la presente tesis doctoral por compendio de publicaciones es promover la indagación científica en los DFI dual a través del diseño, la implementación y el análisis de un proceso formativo basado en el análisis en vídeo. La experimentación de este proceso formativo con herramientas tecnológicas se aborda a partir de un estudio casi experimental, con un grupo experimental, que participa del proceso formativo con análisis de vídeo, y un grupo de control, que sigue un proceso formativo sin el uso de vídeos. A través de una metodología mixta, se estudia si el proceso formativo promueve la comprensión y la implementación de las habilidades científicas en la práctica docente de indagación científica de los DFI.

Los resultados de la aplicación de la Rúbrica de Observación Tsang-Hester Revisada de Quince Ítems (FIR-THOR) confirmaron la validez y fiabilidad del instrumento para evaluar las tres dimensiones de la enseñanza, la Evaluación, la Gestión del aula y la Instrucción, mediante grabaciones de vídeo. Por otra parte, los resultados globales de los estudios empíricos que conforman la tesis confirman que el proceso formativo, centrado en el análisis de vídeo, promueve el conocimiento de la indagación, así como la comprensión de las habilidades científicas que implica y la implementación de éstas en la práctica docente de los DFI. Específicamente, el estudio sugiere una función modeladora del vídeo, fomentando la transferibilidad de eventos docentes al aula escolar.

Esta tesis ha permitido ampliar la literatura existente sobre las posibilidades y beneficios del análisis de vídeo en la práctica docente, aplicada en el ámbito de la didáctica de las ciencias. La estrategia didáctica empleada apoya la formación inicial de maestros para favorecer el desarrollo de indagaciones y de las habilidades científicas implicadas en las aulas de Educación Primaria.

Palabras clave: formación preparatoria de docentes; grabación en vídeo; observación; indagación científica; proceso de enseñanza.

Abstract

Studies over the last decade show that scientific inquiry has an incipient presence in Primary Education, which provides few practical learning opportunities for preservice teachers (DFI). In addition, some authors have reported difficulties for DFIs in implementing scientific inquiry in school classrooms. In recent years, the literature has proposed the use of video as an effective training strategy for the education of prospective teachers, also in the instruction of experimental sciences.

The main interest of this dissertation is to promote scientific inquiry in DFIs in a dual system through the design, implementation and analysis of a training process based on video analysis. The experimentation of this training process with technological tools is approached from a quasi-experimental study, with an experimental group, which participates in the training process with video analysis, and a control group, which follows a training process without the use of videos. Using a mixed methodology, it is studied whether the training process promotes the knowledge and implementation of scientific skills in the DFIs' scientific inquiry teaching practices.

The results of the application of the Fifteen Items Revised Tsang-Hester Observation Rubric (FIR-THOR) confirmed the validity and reliability of the instrument for assessing the three dimensions of teaching, Assessment, Classroom Management, and Instruction, using video recordings. On the other hand, the overall results of the empirical studies that conform the thesis confirm that the formative process, centred on video analysis, promotes the knowledge of inquiry, as well as the understanding of the scientific skills involved and the implementation of these in the DFIs' teaching practice. Specifically, the study suggests a modelling function of video, fostering the transferability of teaching events to the school classroom.

This thesis has expanded the existing literature on the possibilities and benefits of video analysis in teaching practice, applied in the field of science education. The didactic strategy used supports the initial training of teachers to favour the development of the scientific inquiry and the skills involved in primary school classrooms.

Keywords: preservice teacher education; video recordings; observation; inquiry-based learning; instruction.

The background features a light blue network diagram with various nodes and connecting lines. The nodes are represented by circles of different sizes and some contain smaller shapes like squares or concentric circles. The lines connect these nodes in a web-like structure.

INTRODUCCIÓ

1. Introducció

Actualment, es reconeix des d'una perspectiva professional la importància d'utilitzar coneixement especialitzat per a orientar la pràctica educativa. S'ha de proporcionar als docents en formació inicial accés al coneixement específic ja existent per donar suport al seu desenvolupament professional, per exemple, involucrant-los en els fonaments del mètode científic. Aquesta tesi se centra en el disseny i l'experimentació d'un procés formatiu que, mitjançant l'anàlisi de vídeo, vol promoure el coneixement i la pràctica docent de l'ensenyament de la indagació científica en els Docents en Formació Inicial (DFI). L'anàlisi de vídeo com a part de la formació té l'objectiu d'afavorir l'adquisició del coneixement d'aquesta metodologia, així com la comprensió de les habilitats científiques i la seva implementació en aules d'Educació Primària.

Es desenvolupa un estudi quasiexperimental on un grup experimental segueix l'itinerari formatiu dissenyat i un grup de control segueix l'itinerari habitual en la formació inicial de ciències experimentals. Aquest document presenta un informe de la present tesi per compendi de publicacions a partir de: (1) la introducció, (2) el marc teòric; (3) el problema de recerca; (4) els objectius; (5) els estudis que constitueixen la tesi, apartat que presenta els resultats obtinguts durant el projecte; (6) la discussió global dels resultats i, (7) les conclusions finals. En últim lloc, les referències que no formen part dels estudis científics publicats (en revisió o enviats) es poden consultar al final d'aquest informe.

Aquesta tesi comprèn un estudi metodològic –Estudi 3– i un estudi quasiexperimental que es desenvolupa en tres articles empírics –Estudi 1, 2 i 4–. L'Estudi 1 i 2 comprenen una metodologia mixta per a analitzar l'impacte del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo en el coneixement específic dels DFI sobre la indagació científica i les habilitats científiques implicades en aquesta. Aquests primers estudis es centren en la identificació i la codificació, per part dels DFI, de les habilitats científiques i els ajuts pedagògics en la tasca d'anàlisi de vídeo d'un procés d'ensenyament de referència en l'Educació Primària. A més a més, l'Estudi 2 inclou una anàlisi de les habilitats científiques i els ajuts pedagògics que els DFI implementen en la seva pràctica docent a l'aula escolar abans i després de participar en el procés formatiu. Quant a l'Estudi 3, de caràcter metodològic, es duu a terme una anàlisi factorial confirmatòria de l'instrument FIR-THOR per avaluar la pràctica docent dels DFI a través d'enregistraments de vídeo, una adaptació del projecte requerida per la situació viscuda durant la pandèmia de la COVID-19. Finalment, en l'Estudi 4 es presenten els resultats de quatre casos de l'estudi quasiexperimental amb

1. INTRODUCCIÓ

l'objectiu de documentar i descriure sistemàticament la implementació d'indagacions científiques a l'aula d'Educació Primària, abans i després de participar en la formació basada en l'anàlisi de vídeo.

Cal destacar que, tenint en compte l'estructura del model de tesi per compendi de publicacions, la contribució de la tesi a la comunitat científica i educativa es presenta a través de la discussió conjunta dels resultats, on s'exposen les principals conclusions obtingudes al llarg de la tesi, així com les limitacions i futurs estudis que poden emergir arran d'aquest projecte.



MARC TEÒRIC

2. Marc teòric

En aquest capítol es presenten les aportacions que recull la literatura en els darrers anys sobre la metodologia de la indagació científica en l'ensenyament i aprenentatge de les ciències experimentals en l'Educació Primària. Ens apropem al problema de recerca, segon capítol, de forma progressiva. Primerament, es presenten els reptes actuals en l'Educació Primària, destacats per informes diagnòstics, per la comunitat educativa i per la literatura de les ciències de l'educació. En segon lloc, es descriuen les perspectives que es plantegen des de la literatura i les polítiques educatives internacionals actuals envers aquesta metodologia. A més a més, en aquest segon apartat s'inclouen els principals autors que han estat referents en aquesta tesi en parlar de les habilitats científiques involucrades en la indagació. En tercer lloc, es presenta com la formació inicial de mestre pot donar resposta a la necessitat existent en la didàctica de les ciències. Finalment, es revisen els estudis centrats en l'ús de l'anàlisi de vídeo durant la formació inicial de mestres en didàctica de les ciències, el qual ha estat el principal suport en el procés formatiu dissenyat en aquest projecte.

2.1. Reptes i emergències en l'educació científica bàsica

Ens trobem en la Revolució Industrial 4.0, que ha incidit àmpliament en la societat com també en altres sectors relacionats amb les activitats humanes. Aquesta revolució també ha influït al sector educatiu, l'evolució del qual ha estat molt ràpida (Ellahi et al., 2019). Els models d'aprenentatge ja no tenen els mateixos resultats en l'alumnat d'Educació Primària i els canvis socials exigeixen modificacions curriculars per apropar-nos a un nou escenari educatiu (Teo et al., 2021). Avui dia es necessita assegurar una formació per a tothom i que aquesta promogui una educació global. En aquest escenari, cal preguntar-se quin tipus d'habilitats, actituds, disposicions i coneixements necessitem desenvolupar a les escoles per a beneficiar l'aprenentatge de l'alumnat.

L'educació, des d'una perspectiva global, ha de considerar formar infants més creatius, emprenedors, competents en l'àmbit tecnològic, crítics, autònoms i amb àmplies habilitats socials perquè tinguin la capacitat d'adaptar-se ràpidament al context social. A més, l'educació ha de tenir presents els grans reptes de la

humanitat: la sostenibilitat, el canvi climàtic, les institucions i els mètodes democràtics, el respecte a la diversitat, l'equitat, entre altres (Reimers, 2020).

L'Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic [OECD] (2019) destaca que una de les grans preocupacions educatives fa referència a l'alfabetització i la capacitació científicotecnològica dels infants per tal de respondre a les expectatives i necessitats d'una societat cada cop més complexa.

Per una banda, l'alfabetització científica en l'educació també ha obert les portes a un nou repte educatiu, l'adquisició d'una cultura científica per part de l'alumnat. L'aprenentatge del mètode científic inclou habilitats fonamentals per al ciutadà del segle XXI i promou un dels principals propòsits de l'educació, el desenvolupament del pensament crític (Osborne, 2014; Vázquez-Alonso, & Manassero-Mas, 2018). Donada la seva transcendència, s'estan promovent i desenvolupant nombroses accions educatives dirigides a apropar els discents a qüestions científiques (Toma, 2020). Com presenten Nistor et al. (2019), en diversos països europeus s'estan promovent projectes d'ensenyament i aprenentatge a les escoles sobre ciència ciutadana, tot apropant a l'alumnat la idea que el coneixement científic no prové d'un conjunt de termes tècnics i fets científics, sinó de processos d'indagació. Tot i la seva rellevància en l'educació actual, encara es detecten problemes en l'ensenyament de les ciències a les aules (Ezquerria et al., 2019). A més, com indica la revisió sistemàtica de Sánchez-Emeterio i Fernández-César (2022), el mètode i l'alfabetització científica tenen una baixa presència a les revistes científiques d'educació, per la qual cosa és peremptori incrementar-ne la difusió.

D'altra banda, la integració de la tecnologia en l'educació científica obre noves oportunitats d'accés al coneixement, tractament de la informació, experiència i experimentació a l'aula (Koehler et al., 2013; Mishra & Koehler, 2006; Puentedura, 2010). D'aquestes oportunitats se'n deriva en un doble repte pels docents: disposar del coneixement instrumental i de la competència metodològica per a fer-ne un ús adequat en el procés d'ensenyament i aprenentatge. Si bé és cert que les eines tecnològiques han estat part del sector educatiu des de fa un temps, continua existint una mancança rellevant a les aules respecte al seu ús (National Research Council, 2012a; Trigueros-Cano et al., 2012). Tant els discents com els docents s'han d'adaptar a aquests recursos –Intel·ligència Artificial, Realitat Virtual, gamificació, robòtica– i al canvi que representen dins de les aules.

2.2. L'aprenentatge de les ciències en l'Educació Primària

Els canvis en l'àmbit social fan que l'ensenyament de les ciències també canviï per a ser coherent amb la realitat actual (Martin et al., 2015), per aquest motiu en els darrers anys molts països han aplicat diverses reformes dels plans d'estudis nacionals en relació amb l'ensenyament i aprenentatge de les ciències a l'etapa d'Educació Primària (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2022; Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, 2015; National Research Council, 2012b). Segons el National Research Council (2010), l'ensenyament de les ciències es considera una de les àrees més integrals i prometedores de l'educació actual per a la vida. És un ensenyament clau per a promoure no només un conjunt de coneixements acceptats, sinó també processos científics que condueixin a aquest coneixement. Per exemple, a través de la conversa i argumentació d'idees, del modelatge i la representació i de l'aprenentatge a partir d'investigacions. També s'ha relacionat l'ensenyament i aprenentatge de les ciències amb el desenvolupament de les competències del segle XXI: la flexibilitat i adaptabilitat, les habilitats socials i de comunicació complexes, les habilitats de pensament crític i resolució de problemes, la iniciativa i l'autogestió i el pensament sistèmic (Partnership for 21st Century Learning, 2009).

En el context europeu, actualment existeix una preocupació per l'educació científica bàsica, ja que els informes diagnòstics indiquen que la competència científica d'una gran part dels ciutadans és deficient. Destaquen mancances en el desenvolupament del pensament crític i de la presa de decisions en resposta a diferents temàtiques científiques que poden involucrar aspectes de sostenibilitat, salut o l'ús de la tecnologia en la vida quotidiana. A més, l'estat espanyol se situa significativament per sota del nivell mitjà de la Unió Europea en l'educació científica (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020).

El Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (2016) adopta la definició que PISA fa de la competència científica com a "la capacitat d'interessar-se i implicar-se en temes científics i idees sobre la ciència com a ciutadà conscient i reflexiu" (p. 13). En aquest sentit, en l'etapa d'Educació Primària s'espera que l'ensenyament de les ciències promogui que l'alumnat, en un futur, pugui entendre i participar responsablement i críticament en discussions socio-científiques, disposant d'una comprensió àmplia i profunda sobre el món natural i els canvis que l'activitat humana produeix en ell. Com detalla l'OECD (2019), l'alumnat, per a poder entendre i intervenir en debats crítics sobre

temàtiques científiques, ha de desenvolupar les competències necessàries per a: (i) explicar fenòmens científicament; i (ii) avaluar i dissenyar investigacions científiques; i (iii) interpretar dades i proves científiques.

En resum, en l'ensenyament de les ciències, es destaca un context o problema al qual es dona resposta a partir de la interrelació entre les accions de: pensar tenint en compte els models teòrics i les estratègies d'argumentació; experimentar per a desenvolupar habilitats per a observar, predir, identificar, comprovar; comunicar, mitjançant diferents llenguatges, les idees i processos; i sentir per a adoptar posicionaments ètics i morals (García-Carmona et al., 2014; Pigrau i Sanmartí, 2015).

A continuació, es desenvolupen dos subapartats per a centrar el marc teòric en el focus de l'educació científica que s'ha escollit en aquest treball. En el primer, es defineix la metodologia d'indagació científica, es presenta què en diuen les polítiques educatives internacionals, així com la importància de la figura del docent com a agent que implementa aquesta metodologia a les aules d'Educació Primària. Seguidament, el segon subapartat es focalitza en les habilitats científiques com a eix vertebrador d'aquest treball, es concreta la mirada des de les polítiques educatives nacionals i es defineixen les habilitats científiques tenint en compte els referents de la literatura d'aquesta tesi.

2.2.1. La indagació científica en l'educació bàsica

En els darrers anys, les polítiques educatives internacionals subratllen la importància d'aplicar metodologies d'aprenentatge basades en la indagació a l'ensenyament de les ciències per tal que l'alumnat pugui explicar fenòmens o problemes científics, dissenyar processos experimentals i interpretar aquestes dades científiques (OECD, 2019). A més, aquesta metodologia afavoreix la motivació de l'estudiantat captant el seu interès, als mateix moment que els proporciona els hàbits mentals necessaris per a raonar científicament sobre el nostre món (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, 2015; Mostafa et al., 2018; National Research Council, 2012b).

La metodologia basada en la indagació científica es pot entendre com la transposició didàctica de la investigació i consisteix en la capacitat per planificar i realitzar dissenys experimentals que permetin als discents respondre preguntes i solucionar problemes (Harlen, 2013). En aquest procés d'aprenentatge l'alumnat construeix la comprensió d'un fenomen o pregunta mitjançant la recopilació d'evidències que posen a prova les possibles explicacions i les idees científiques que les sustenten. En concret, la InterAcademy Partnership (2010)

subratlla que aquesta metodologia afavoreix que l'alumnat desenvolupi progressivament idees científiques clau per aprendre a investigar i construir el seu coneixement i comprensió del món, tot utilitzant habilitats com ara: plantejar preguntes, recopilar dades, raonar i revisar proves a la llum del que ja se sap, debatre'n els resultats i extreure'n conclusions.

2.2.2. Habilitats científiques implicades en l'aprenentatge de les ciències

Com destaca la OECD (2019), l'aprenentatge de les ciències implica que l'alumnat desenvolupi una comprensió científica rica d'aquesta metodologia, aplicant coneixements per fer-se preguntes, explicar fenòmens científics i proposar conclusions basades en evidències útils per comprendre el món i els canvis que l'activitat humana hi provoca. L'alumnat necessita comprendre la naturalesa de les ciències, l'aprenentatge de conceptes i procediments científics, mitjançant la realització d'investigacions científiques (Harlen, 2013). La indagació científica, i la implementació de les habilitats científiques que aquesta inclou, compta actualment amb un gran reconeixement i rellevància en el camp de la investigació educativa aplicada a l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències (Durmaz & Mutlu, 2016; García-Carmona, 2020; National Research Council, 2012; Rönnebeck et al., 2016).

En l'ensenyament de les ciències es parla de comprendre i posar en pràctica les habilitats científiques com a un component fonamental del coneixement específic del contingut que els docents mobilitzen per dur a terme indagacions a l'aula de ciències (Durmaz & Mutlu, 2016). Aquestes habilitats s'entenen com les activitats que reflecteixen les tasques reals realitzades pels científics i comporten la capacitat d'aplicar regles, principis o convencions sobre el disseny i la implementació d'una indagació científica (Harlen, 2013; Harlen & Qualter, 2009). A més a més, en la literatura s'han classificat en dues categories diferents segons la demanda cognitiva de cada habilitat (Brotherton & Preece, 1995; Durmaz & Mutlu, 2016; Özgelen, 2012): (a) les *habilitats integrades*, que requereixen un coneixement més avançat i un esforç cognitiu més gran – qüestionar, hipotetitzar, dissenyar una investigació sota el control de variables, interpretar i treure conclusions–; i (b) les *habilitats científiques bàsiques*, que demostren la base intel·lectual de la indagació –observar i comunicar–.

Per una banda, l'habilitat científica bàsica d'observar permet recollir informació directament dels sentits i, l'habilitat de comunicar inclou la transmissió d'informació utilitzant qualsevol mitjà, ja sigui oral, escrit, amb imatges, models

2. MARC TEÒRIC

o animacions. D'altra banda, quant a les habilitats integrades del procés científic hi ha un acord sobre els seus objectius i definicions, tot i que en la literatura es poden identificar i organitzar de diferents maneres (Rönnebeck et al., 2016). Aquesta tesi doctoral es focalitza principalment en les habilitats científiques integrades, les quals es concreten en la Taula 2. Per a classificar i definir aquestes habilitats s'ha contemplat el marc proporcionat per l'Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado [BOE] (2022), com també la perspectiva de Harlen (2013).

Taula 2

Habilitats científiques integrades, objecte d'estudi en la tesi doctoral

Habilitat científica	Competència en ciència (BOE, 2022)	Definició (Harlen, 2013)
Pregunta d'investigació	Plantejar <u>preguntes</u> .	El procés comença tractant de donar sentit a un <u>fenomen</u> o de respondre una <u>pregunta</u> sobre per què alguna cosa es comporta de manera determinada o adopta la forma que adopta.
Hipòtesis i Prediccions	Comprovar <u>hipòtesis</u> .	L'exploració inicial revela característiques que recorden idees prèvies que condueixen a <u>possibles explicacions</u> . Hi pot haver diverses idees d'experiències anteriors que podrien ser rellevants i, mitjançant el debat, se'n tria una com a possible explicació o <u>hipòtesi</u> a provar. De manera científica, l'alumnat comprova la utilitat de la idea escollida fent una <u>predicció</u> basada en la hipòtesi, ja que només són útils les idees que tenen poder predictiu.
Planificar i Experimentar	Valorar la importància de la precisió i veracitat. <u>Experimentar</u> i indagar utilitzant eines i instruments adequats.	<u>Planificar</u> i dur a terme una <u>investigació</u> . Per comprovar la predicció i/o hipòtesi, es recopilen dades sobre el fenomen o el problema atenent a un control de variables, s'analitzen i el resultat es fa servir com a prova per comparar-lo amb el resultat previst. Convé fer més d'una prova, per la qual cosa aquesta seqüència es pot repetir diverses vegades.
Interpretar	Extreure <u>conclusions</u> basades en proves per a poder <u>interpretar</u> y transformar el món natural y el context social.	Posteriorment cal <u>interpretar</u> les dades recollides. D'aquests resultats se'n pot extreure una <u>conclusió</u> provisional sobre la idea inicial. Si es confirma la idea inicial, aquesta es fa més "poderosa", perquè llavors explica una gamma més àmplia de fenòmens. En canvi, si la idea no es verifica, cal provar-ne una d'alternativa.

Així, s'entén que una indagació comprèn el plantejament d'una pregunta investigable, la consecució de la qual promourà en l'alumnat la comprensió d'una temàtica científica. A partir d'aquesta es pot fer una comprovació de les idees prèvies de l'alumnat, tot formulant hipòtesis i prediccions que es puguin posar a prova mitjançant una experimentació. Per tant, per a comprovar la veracitat d'aquestes idees farà falta dissenyar i desenvolupar una investigació a l'aula, en la qual s'utilitzaran mètodes, procediments i instruments adequats, així com es tindran en compte les mesures de seguretat necessàries. Aquest disseny experimental es repetirà el número de vegades que sigui necessari perquè els resultats siguin fiables i es pugui corroborar o refutar la hipòtesi o la idea científica que es tenia. Durant la investigació s'han de recollir les dades de forma sistemàtica, precisa i rigorosa, ja que posteriorment hauran de ser organitzades mitjançant taules o gràfics. Aquesta anàlisi permetrà tenir evidències sobre l'afirmació o la hipòtesi inicial, tot construint un vincle amb les conclusions per formar un model o explicació científica vers la temàtica.

Actualment, la indagació continua sent una metodologia escassament implementada a les escoles d'Educació Primària, en contraposició a altres pràctiques més tradicionals basades en la transmissió i demostració científica (Cañal et al., 2013; Solé-Llussà et al., 2018). Diferents investigacions han destacat el paper del docent com a figura clau per implementar de manera eficient la indagació científica en l'aprenentatge de les ciències a les aules escolars (Durmaz & Mutlu, 2016; Furtak et al., 2012). Així, un objectiu fonamental en els sistemes educatius actuals és formar els futurs docents d'Educació Primària en aquesta metodologia (European Commission, 2013), per a promoure la seva implementació en les aules escolars.

2.3. La formació inicial dels mestres en ciències

Els marcs educatius internacionals actuals adopten una visió de l'aprenentatge de les ciències en què els infants poden desenvolupar una comprensió rica, aplicant els coneixements científics per identificar preguntes, explicar fenòmens científics i proposar conclusions basades en l'evidència que siguin útils per comprendre el món natural i els canvis que l'activitat humana hi provoca (García-Carmona, 2020; Quintanilla et al., 2022; Rönnebeck et al., 2016). Des de les primeres etapes educatives, necessiten comprendre la naturalesa de la ciència, mitjançant l'aprenentatge de conceptes i procediments científics que es potencien i es validen a través de la realització d'investigacions científiques (Harlen, 2013).

Tot i això, a les escoles del sud d'Europa, les activitats basades en la indagació no s'utilitzen tan àmpliament en comparació amb altres activitats més tradicionals. Aquest fet ha provocat dificultats i manca d'experiència, estratègies i coneixement de les diferents habilitats científiques entre els alumnes d'Educació Primària (Ferrés-Gurt & Marbà-Tallada, 2018; Solís-Espallargas & Morón-Monge, 2020).

Per això, hi ha hagut un esforç en els països europeus per impulsar reformes educatives que incloguin dins dels plans d'estudi de l'Educació Primària la implementació d'una metodologia basada en la indagació (OECD, 2019). Aquests objectius en l'aprenentatge de les ciències suposen un repte per als educadors. Alguns autors emfatitzen el fet que una inadequada formació dels docents quant a la promoció d'activitats basades en la indagació podria ser una de les raons de l'esmentada situació observada a les aules de ciències dels centres educatius (Gillies & Nichols, 2015). Els docents d'Educació Primària, i els futurs mestres, han de rebre suport per a desenvolupar els tipus de coneixements i pràctiques d'ensenyament que es necessiten per implementar aquesta metodologia a les aules (Roth et al., 2019).

Diferents estudis han posat de manifest les dificultats existents perquè els DFI comprenguin i posin en pràctica les habilitats del procés científic durant una tasca d'indagació a l'Educació Primària (Coil et al., 2010; Durmaz & Mutlu, 2016). Aquestes dificultats fan referència a totes les diferents habilitats implicades en el procés d'indagació, ja que els DFI troben aquestes i la seva investigació lògica com un repte (García-Carmona et al., 2017). Per exemple, els suposa un repte la formulació de preguntes de recerca o hipòtesis rellevants, escollir les estratègies per al control de variables o l'anàlisi de les evidències empíriques (García-Carmona, 2019; Vogt & Schmiemann, 2020). D'aquí se'n deriva la necessitat de dissenyar processos formatius sobre aquesta metodologia dirigits als DFI. Per això, els programes de formació en ciències a les universitats haurien de presentar un enfocament basat en la indagació, i centrar-se en l'exercici de les corresponents habilitats científiques.

A continuació, es desenvolupen dos subapartats per a centrar el discurs en la formació inicial de mestres sobre la metodologia basada en la indagació científica. En el primer, es presenten els reptes en la formació inicial de mestres en relació amb l'ensenyament de les ciències. En el segon, es debat sobre com aquesta formació pot donar resposta a les necessitats detectades a través del desenvolupament de la visió professional.

2.3.1. Aspectes clau en la formació científica dels futurs docents

La formació dels DFI de la següent dècada ha de respondre a les necessitats educatives actuals, descrites anteriorment en aquest marc teòric. La definició d'una proposta proactiva és una qüestió recurrent en la literatura, a la vegada que és important la seva concreció per poder transferir-la a l'aula universitària (Teo et al., 2021).

Els programes per la formació de DFI han d'incorporar canvis importants si es vol promoure a l'Educació Primària aprenentatges més profunds i el desenvolupament de competències transferibles (National Research Council, 2012a). Els docents hauran de col·laborar amb els companys i altres professionals per al disseny d'un currículum rigorós orientat als infants en la seva consideració de ciutadans que tinguin una participació autèntica en l'actual i la futura societat (Hart, 1992). Els docents hauran de formar-se en coneixement especialitzat per a una educació més sòlida i precisa sobre la realitat, els problemes i les oportunitats de la humanitat en un món interconnectat. Sense aquest coneixement les propostes educatives es mantindran febles en l'aproximació a una realitat complexa i interconnectada.

Els darrers anys han augmentat les propostes a favor d'una formació inicial dels docents basada en indagació. Per a l'alfabetització científica, cal preguntar-se sobre quin tipus d'habilitats, actituds, disposicions i coneixements necessitaran els docents i quines seran les millors condicions per tal que les adquireixin en benefici de l'alumnat de les escoles. L'ensenyament i aprenentatge de la indagació científica implica desenvolupar un conjunt d'habilitats científiques en el disseny i l'execució d'una investigació (Harlen & Qualter, 2009). Com s'ha descrit anteriorment, en la literatura hi ha diferents nomenclatures i maneres de classificar aquestes habilitats que es mobilitzen en un procés indagador (Rönnebeck et al., 2016). Tot i això, es pot entendre que els docents, en el desenvolupament d'una indagació científica a l'aula, han de promoure que l'alumnat formuli una pregunta investigable, formuli prediccions i hipòtesis testeables responent a la pregunta, dissenyi i dugui a terme un procés experimental amb un control de variables, reculli i organitzi les dades i, finalment, les interpreti.

No obstant això, el coneixement dels docents no només es compon dels coneixements declaratius i procedimentals específics relacionats amb el contingut científic que s'ensenyava, sinó que també inclou el coneixement sobre la

pedagogia general (aplicable a diferents camps temàtics). Aquests coneixements es complementen, ja que la seva combinació es considera fonamental per a la pràctica docent (Lucero et al., 2017; Nilsson & Loughran, 2012; Shulman, 1987).

Com en tot procés d'ensenyament, la implementació de les habilitats científiques a l'aula escolar va acompanyada d'una situació educativa condicionada per: (i) l'*Avaluació* formativa i sumativa, el feedback; (ii) la *Gestió*, el clima, les normes i l'organització del grup-classe; així com per (iii) la *Instrucció* o conducció de l'ensenyament (Coiduras et al., 2020; Good et al., 2006; Peguera-Carré et al., 2023). Si fem el focus en aquesta tercera, es poden distingir diferents accions d'interacció entre docent i discent per promoure l'aprenentatge (Tharp & Gallimore, 1989). Estudis com el de van de Pol et al. (2010; 2011) concreten el tipus d'ajuts pedagògics que es poden utilitzar en l'ensenyament i aprenentatge de les ciències: preguntes, feedback, pistes, instruccions, explicacions, modelatge verbal o no verbal del procés o altres comunicacions aclaridores. En el context de la Revolució Industrial 4.0, també cal tenir en compte la immersió tecnològica per enriquir les situacions educatives. Els futurs mestres han d'entendre els recursos digitals des de dues perspectives: la del coneixement sobre el seu funcionament i la d'un ús metodològicament pertinent (Grimalt-Álvaro et al., 2019). Així, podran incorporar les eines tecnològiques en la metodologia i el desenvolupament dels processos d'ensenyament i aprenentatge de les ciències.

2.3.2. El desenvolupament de la visió professional en l'ensenyament de les ciències a la formació inicial

Alguns autors emfatitzen que actualment hi ha una insuficient formació dels DFI pel que fa a la promoció de tasques d'indagació, fet que podria ser una de les raons per les quals presenten dificultats en la seva implementació a les aules escolars (Ferrés-Gurt & Marbà-Tallada, 2018; Kramer et al., 2020; Solís-Espallargas & Morón-Monge, 2020). Aquestes dificultats s'observen durant la implementació de les habilitats científiques implicades en el procés d'indagació. Per exemple, algunes s'han identificat a la literatura en: la formulació de preguntes de recerca, la formulació d'hipòtesis rellevants, la definició d'estratègies per controlar variables o l'anàlisi de les evidències empíriques (García-Carmona, 2019; Khan & Krell, 2019; Vogt & Schmiemann, 2020).

Per tant, cal impulsar propostes que proporcionin estratègies i suports útils perquè desenvolupin aquesta competència i promocionin activitats indagadores

en Educació Primària (McDonald et al., 2019). A més, com destaquen Lazonder i Egberink (2014), la complexitat de la indagació requereix la disposició d'eines i materials, coneixements, estratègies d'ensenyament, explicacions i demostracions, entre d'altres, que afavoreixin l'aprenentatge de les ciències en una pràctica de recerca mitjançant l'exercici de les habilitats científiques.

L'entrenament guiat pot ajudar els DFI a superar aquestes dificultats, millorant el coneixement i la comprensió de la indagació científica (Arnold et al., 2014). Aquest coneixement declaratiu i procedimental necessari per incloure la indagació a l'ensenyament de les ciències implica aprendre a indagar (Herranen et al., 2019). Això vol dir que els DFI han de conèixer, comprendre i posar en pràctica les diferents tasques i habilitats científiques que estan involucrades durant un procés d'ensenyament basat en la indagació: per exemple, com construir el coneixement científic mitjançant la formulació de preguntes, el disseny d'investigacions, la realització de mesuraments i el maneig de dades, així com la interpretació dels resultats obtinguts (Harlen, 2013; Oh, 2010).

La complexitat de la indagació requereix la implementació de suports específics i estratègies d'aprenentatge que proporcionin bastides, explicacions i demostracions adequades, que ofereixin una visió explícita de l'estructura d'una pràctica de recerca i l'exercici de les habilitats incloses (Lazonder & Egberink, 2014). Per aconseguir millors resultats d'aprenentatge durant el seu ensenyament de la indagació en ciències, els DFI han de tenir una idea clara dels objectius de cada habilitat científica, i han de saber com aplicar-les.

El desenvolupament de la visió professional sobre l'ensenyament i aprenentatge de les ciències els pot ajudar en l'aplicació d'aquest coneixement docent en situacions educatives indagadores. La visió professional es pot considerar un agent entre el coneixement teòric i el coneixement pràctic de l'ensenyament i ha estat identificada en la literatura com un element important en la formació de mestres (van Es & Sherin, 2002, 2008). Estudis com el de Blömeke et al. (2015) i Roth et al. (2019), destaquen que el desenvolupament de la visió professional dels mestres té un efecte positiu en la qualitat de la instrucció i en l'aprenentatge dels infants a les aules de ciències. La mobilització d'aquesta visió professional implica la manera com els docents perceben, interpreten i raonen respecte als esdeveniments rellevants en les situacions d'aula (Abell et al., 1998; Alles et al., 2019; Radloff & Guzey, 2017; Sherin et al., 2011). Aquesta identificació i argumentació sobre sessions o pràctiques reals de ciències podria donar suport a la comprensió de situacions educatives indagadores.

2.4. L'ús del vídeo com a aproximació a l'exercici professional

Els enregistraments en vídeo s'utilitzen cada cop més en la formació universitària per observar situacions educatives reals i irrepetibles dels centres educatius, amb l'objectiu de desenvolupar la visió professional (Chen et al., 2020; Seidel & Stürmer, 2014; Sherin & van Es, 2009). En particular, el vídeo fomenta la formació universitària en esdeveniments professionals concrets i, fins i tot, en la pràctica docent dels DFI. Els enregistraments de vídeo possibiliten una observació i feedback entre diferents professionals, futurs mestres, mestres en servei o professorat universitari, així com l'autoobservació dels DFI, estimulant el desenvolupament personal i la reflexió (Dalehefte & Kobarg, 2013; van Es et al., 2017).

Els enregistraments de vídeo beneficien el procés d'anàlisi, ja que permeten parar per fer anotacions o rebobinar per repetir-ne una part i comprendre-la millor. Un altre avantatge és la possibilitat d'avaluació dels vídeos per diferents observadors, els DFI, el tutor acadèmic i el tutor escolar. A més, els enregistraments de vídeo brinden l'oportunitat d'estudiar el mateix fragment amb un enfocament analític diferent (Blikstad-Balas & Sørvik, 2015; Jewitt, 2012), fent que les anàlisis de les situacions d'ensenyament siguin més precises a través d'interval·ls més petits (Klette & Blikstad-Balas, 2018). Les observacions en vídeo també registren aspectes no verbals de les interaccions, gestos, expressions facials i moviments a l'espai que no són observables mitjançant altres mètodes (Krug, 2009). Per tant, aquest recurs fomenta del diàleg i la retroalimentació dels observadors i la persona observada, tot obrint noves possibilitats en l'avaluació formativa de la pràctica docent dels DFI (Gaudin & Chaliès, 2015; Richards et al., 2021).

Tot i això, les observacions en vídeo de l'actuació dels DFI també tenen algunes limitacions que cal tenir en compte. En primer lloc, les dades de vídeo podrien ser limitades en comparació amb les observacions in situ a l'aula (Sherin, 2003). A més, un desavantatge de les observacions en vídeo és que exposen una imatge de la realitat basada en una visió parcial de l'escena, afectada per l'enfocament i l'angle de la càmera (Krammer et al., 2006). També es pressuposa que el vídeo il·lustra una visió objectiva de les situacions de l'aula, però el punt de vista de l'espectador podria afectar l'objectivitat de la tasca d'observació (Miller & Zhou, 2007).

Cal destacar que el context de la pandèmia de la COVID-19 va fer que les observacions mitjançant vídeo cobressin encara més importància, ja que permetia als tutors universitaris accedir a les aules sense necessitat d'assistir en persona per avaluar el rendiment dels DFI (Moyo, 2020). En aquest context, les universitats es van enfrontar a necessitats i reptes imprevistos (Hodges et al., 2020), adoptant solucions d'emergència amb l'ajuda de les eines digitals disponibles (Williamson et al., 2020). Aquesta situació excepcional va donar un impuls a la literatura existent sobre l'ús del vídeo en la formació inicial de mestres, ja que anteriorment s'havia centrat principalment en la retroalimentació escrita o la pràctica reflexiva del DFI, així com en els debats crítics a través de plataformes en línia per seguir el pràcticum (Murtagh, 2022; Prilop et al., 2019). Passada la situació d'emergència de la pandèmia, és necessari seguir investigant i treballant sobre els reptes i les aportacions de la tecnologia, com el vídeo, en l'educació superior (Bligh et al., 2022).

A continuació, es desenvolupen dos subapartats. El primer presenta les característiques i tipus de vídeos que s'utilitzen en la formació de futurs mestres segons la literatura existent. El segon centra el marc teòric en l'ús de l'anàlisi de vídeo en la formació inicial docent de la didàctica de les ciències.

2.4.1. Condicions dels vídeos utilitzats en la formació superior

L'ús del vídeo en la formació inicial de mestres ha augmentat en la darrera dècada, així com ha anat canviant la seva utilització segons la disponibilitat d'eines tecnològiques, el desenvolupament de programari específic, l'augment de la qualitat dels vídeos i la seva accessibilitat (Goldman et al., 2007; Hiebert et al., 2002).

En la literatura s'ha afirmat que la visualització de vídeos és una eina amb un gran potencial, tot i això, la mera visualització de vídeos no garanteix l'aprenentatge dels professors (Gaudin & Chaliès, 2015). Una qüestió important és com facilitar l'anàlisi substantiva de la pràctica docent amb vídeo perquè es converteixi en una eina d'aprenentatge efectiva en la formació inicial de mestres (van Es et al., 2014). Un canvi rellevant ha estat que els vídeos han passat d'utilitzar-se com un instrument per aprendre metodologies i estratègies concretes, a emprar-se també amb l'objectiu de d'argumentar i reflexionar sobre aquestes situacions d'ensenyament i aprenentatge (Rich & Hannafin, 2009), tot desenvolupant una visió professional (Sherin, 2007).

Segons Blomberg et al. (2013), es poden distingir cinc heurístiques basades en la investigació sobre com pensar i fer servir el vídeo en les activitats formatives:

(i) tenir clar quins objectius d'aprenentatge es persegueixen, (ii) dissenyar una activitat que s'ajusti a aquests objectius i en la qual el vídeo es conceptualitzi com una eina tecnològica i s'integri sistemàticament mitjançant un enfocament pedagògic adequat; (iii) decidir quin tipus de material de vídeo es necessita, és a dir, enregistraments propis o d'altres professionals; (iv) ser conscients dels punts forts i les limitacions de l'ús del vídeo en la formació i abordar les limitacions; (v) augmentar la motivació i reforçar l'eficàcia de l'aprenentatge amb vídeo alineant la manera com s'avalua l'aprenentatge amb la manera com es fomenta l'aprenentatge.

En relació amb la tercera heurística, s'empren tres tipus de vídeos: vídeos de classe de mestres desconeguts (Hatch & Grossman, 2009; Ria et al., 2010), vídeos de classe de companys (Sherin & Han, 2004; Kleinknecht & Schneider, 2013) i vídeos de classe de la pròpia activitat docent (Rosaen et al., 2008). Com destaquen Blomberg et al. (2013) i Zhang et al. (2011), cal escollir el tipus de vídeo i la metodologia de treball que més s'adeqüi tenint present l'objectiu a desenvolupar.

2.4.2. L'anàlisi de vídeo per promoure la indagació en els futurs mestres

La comunitat científica ha posat de manifest la necessitat de proposar estratègies per a desenvolupar la visió professional dels mestres en l'ensenyament de les ciències experimentals a l'Educació Primària (Appleton, 2013; Luna & Sherin, 2017). La formació en indagació pot contribuir potencialment a millorar la preparació dels futurs mestres d'Educació Primària i la seva pràctica docent científica.

Concretament, dur a terme una anàlisi de vídeo implica, en primer lloc, identificar o reconèixer els esdeveniments docents rellevants amb un marc de coneixement de la pràctica docent i dels seus objectius (McDonald et al., 2019). En segon lloc, codificar aquests esdeveniments, és a dir, interpretar-los i assignar-los un significat professional (Goodwin, 1994; Sherin & van Es, 2005). Així, com indica la literatura dels últims cinc anys, els processos d'identificació i codificació en l'ensenyament de les ciències donen suport al desenvolupament de la visió professional dels DFI (Gold et al., 2020; McDonald et al., 2019; Vogt & Schmiemann, 2020).

D'altra banda, el vídeo facilita l'accés a situacions reals d'aula a la formació dels DFI, sense perdre autenticitat i proporcionant la possibilitat d'analitzar aquestes

situacions sense la pressió d'actuar (Vogt & Schmiemann, 2020). A més a més, el vídeo mostra situacions professionals singulars i exemples de pràctiques docents de referència, i fomenta la cultura de la reflexió sobre la relació entre teoria i pràctica (Gaudin & Chaliès, 2015; Richards et al., 2021).

En aquest sentit, els darrers anys han proliferat experiències en aquest camp com les descrites per Roth et al. (2019), Wilson et al. (2018) i Wolff et al. (2017). L'atenció selectiva en l'observació ajuda els DFI a activar el coneixement tant en el contingut específic que s'hi treballa, com en els esdeveniments docents o aspectes de caràcter més pedagògic (Shulman, 1987; Seung et al., 2014). La combinació de les observacions i els vídeos ofereixen l'oportunitat de revisar, analitzar i reflexionar sobre les pràctiques a l'aula per explorar el desenvolupament pedagògic (Gazdag, et al., 2019). A més a més, si aquestes es secunden per instruments de codificació, l'anàlisi apropa més a la univocitat i la claredat (Rich & Hannafin, 2009). Alguns instruments d'observació, com el Classroom Assessment Scoring System (Pianta et al., 2008) i la Danielson's Observation Scale (Danielson, 1996, 2013; Tournaki et al., 2009), ja s'han utilitzat per avaluar la pràctica docent a l'aula mitjançant vídeos.

En l'última dècada l'anàlisi de vídeo ha estat una de les estratègies més utilitzades com a suport en la formació dels DFI en el disseny i l'anàlisi de la didàctica de les ciències. Per exemple, els programes de formació de desenvolupament professional basats en vídeos, com el Science Teachers Learning From Lesson Analysis (STeLLA), destaquen l'eficàcia de l'ús de vídeos a l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències per indagació (Roth et al., 2019). També en el context de l'anàlisi en l'ensenyament de les ciències, s'han utilitzat diferents tipus de vídeos, que van des de propostes exemplars o innovadores de docents experts fins a gravacions de metodologies d'ensenyament diari (McDonald et al., 2019). Autors com Chan et al. (2021), Criswell et al. (2022), Luna (2018) i Zummo et al. (2021) han indicat que aquesta estratègia té un gran potencial formatiu, permetent una lectura profunda del disseny de la instrucció i dels diferents elements implicats. Aquests autors descriuen com les activitats d'anàlisi de la pràctica de docents experts poden repercutir en el coneixement del contingut dels docents de ciències i en aspectes pedagògics més generals (atenció al pensament dels alumnes, coherència i precisió del contingut).

En conclusió, l'anàlisi de vídeos de classes reals en la formació inicial de mestres permet que els DFI identifiquin i argumentin situacions docents relacionament amb l'ensenyament i aprenentatge de la indagació científica a les aules d'Educació Primària (Blömeke et al., 2015; Roth et al., 2019; Shulman, 1987).

Així, dona suport a la comprensió de la didàctica de les ciències i afavoreix la seva transferència a la pràctica professional (van Es & Sherin, 2002, 2008).

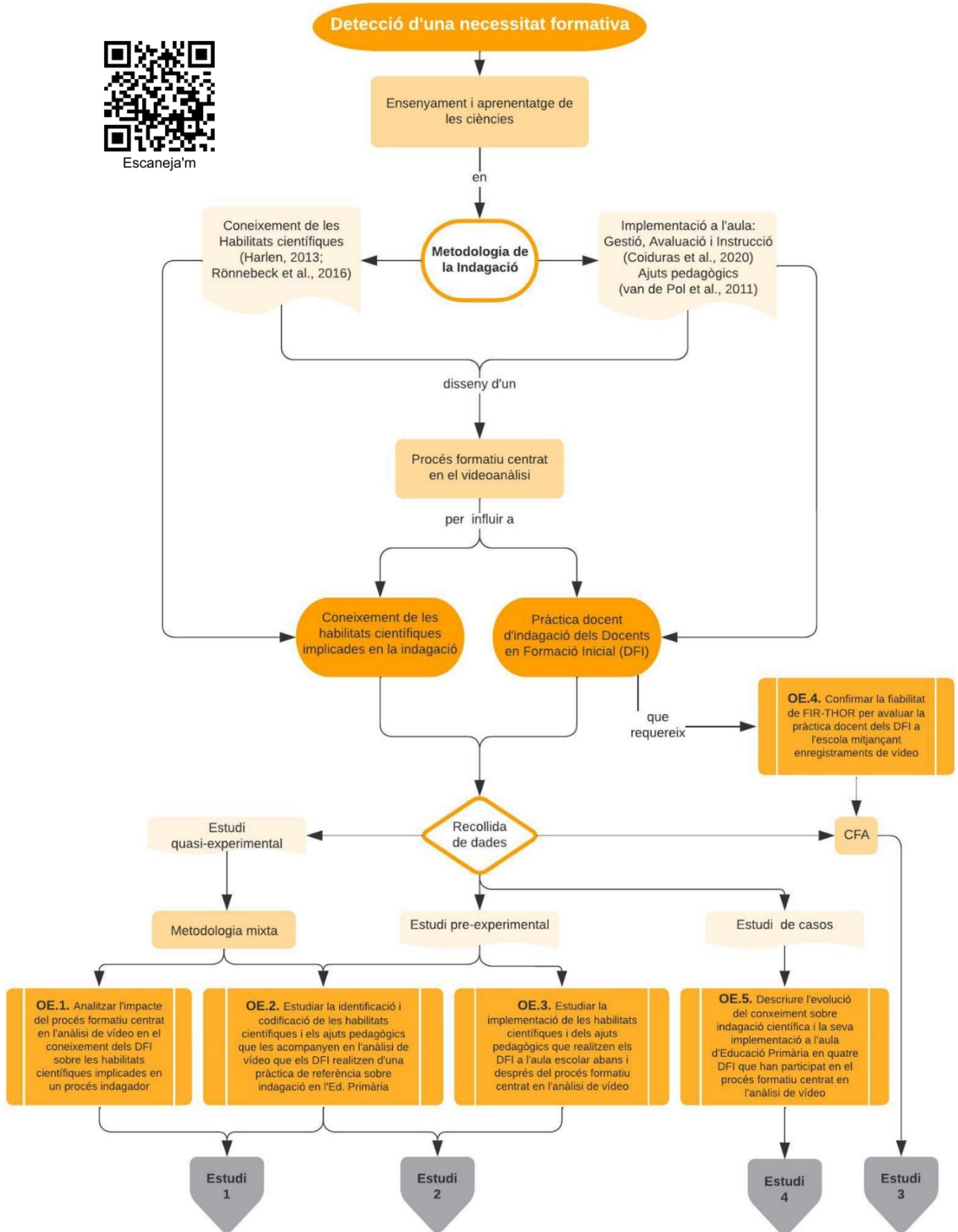
The background of the slide features a light blue gradient with a network diagram. The diagram consists of several circular nodes of varying sizes, some with concentric circles, connected by thin, light blue lines. The nodes are arranged in a non-uniform pattern, with some larger nodes and some smaller ones, creating a sense of interconnectedness and complexity.

PROBLEMA DE RECERCA

3. Problema de recerca

L'ús del vídeo es presenta en la literatura recent com una important eina tecnològica que afavoreix l'aprenentatge de les ciències experimentals en els DFI. Alguns estudis amb un enfocament pedagògic destaquen els beneficis de l'anàlisi de vídeo a la formació inicial de docents, i especifiquen com dona suport a, no només la construcció del coneixement específic d'una disciplina, sinó que també proporciona recursos per a la reflexió i la pràctica (Gaudin & Chaliès, 2015; Sherin, 2007). Tot i que l'ús de l'anàlisi de vídeo en un procés formatiu no és nou, s'ha publicat escassa literatura sobre com el vídeo dona suport a l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències basat en la indagació (Martin & Siry, 2012). Alguns d'aquests articles es centren en el desenvolupament de la visió professional mitjançant l'anàlisi pedagògica i la reflexió sobre les pràctiques d'indagació en ciències (Vogt & Schmiemann, 2020). Altres també estudien el coneixement del contingut específic dels DFI sobre els temes científics que apareixen a les lliçons gravades en vídeo (Johnson & Cotterman, 2015; Roth et al., 2019). Tot i que hi ha literatura que recolza l'eficàcia dels enfocaments d'indagació, la majoria dels estudis es centren en l'educació secundària, incloent-hi la indagació tant guiada com oberta (Toma, 2022).

Figura 1
Diagrama representatiu de la metodologia i procés global



Com es mostra en la Figura 1, aquest projecte neix de la necessitat de promoure la indagació científica en l'Educació Primària, per la qual cosa busca afavorir el coneixement i la pràctica docent d'aquesta metodologia en els DFI (Johnson & Cotterman, 2015; Vogt & Schmiemann, 2020). Per vèncer les dificultats que els DFI mostren en aquesta metodologia, l'estudi presenta un procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo que pretén afavorir l'adquisició del coneixement de la indagació científica a través de la comprensió de les habilitats científiques. Així, aquest procés formatiu ha estat dissenyat tenint en compte el context d'ús, les escoles, i les necessitats i interessos del DFI que l'han de cursar (Fauth & González-Martínez, 2021).

Per tant, s'estudia com un procés formatiu centrat en el l'anàlisi de vídeo pot donar suport als DFI d'Educació Primària en: (a) l'adquisició del coneixement sobre les habilitat científiques involucrades en el procés indagador, i (b) la pràctica docent d'indagació científica, tant des d'una visió de la didàctica de les ciències com pedagògica. L'estudi quasiexperimental que es presenta en aquest tesi dona resposta a aquest buit en la literatura.

The background features a light blue network diagram with various nodes and connecting lines. The nodes are represented by circles of different sizes and some contain smaller shapes like squares or concentric circles. The lines connect these nodes in a web-like structure across the entire page.

OBJECTIUS DE LA INVESTIGACIÓ

4. Objectius de la investigació

Responent a la necessitat formativa de coneixement i pràctica docent sobre indagació científica en els DFI del Grau d'Educació Primària, com s'expressa en els capítols anteriors 2 i 3, es planteja el següent objectiu general:

- Dissenyar, experimentar i avaluar l'impacte d'un procés formatiu, centrat en l'anàlisi de vídeo, en l'ensenyament i aprenentatge de la indagació científica dirigit a DFI d'Educació Primària.

Aquest objectiu general es concreta en cinc objectius específics, que guien i articulen les diferents accions de recerca que condueixen a la seva consecució.

OE.1. Analitzar l'impacte del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo en el coneixement dels DFI sobre les habilitats científiques implicades en un procés indagador.

OE.2. Estudiar la identificació i codificació de les habilitats científiques i els ajuts pedagògics que les acompanyen en l'anàlisi de vídeo que els DFI realitzen d'una pràctica de referència sobre indagació en l'Educació Primària.

OE.3. Estudiar la implementació de les habilitats científiques i dels ajuts pedagògics que realitzen els DFI a l'aula escolar abans i després del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo.

OE.4. Confirmar la fiabilitat de FIR-THOR per avaluar la pràctica docent dels DFI a l'escola mitjançant enregistraments de vídeo.

OE.5. Descriure l'evolució del coneixement sobre la indagació científica i la seva implementació a l'aula d'Educació Primària en quatre DFI que han participat en el procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo.



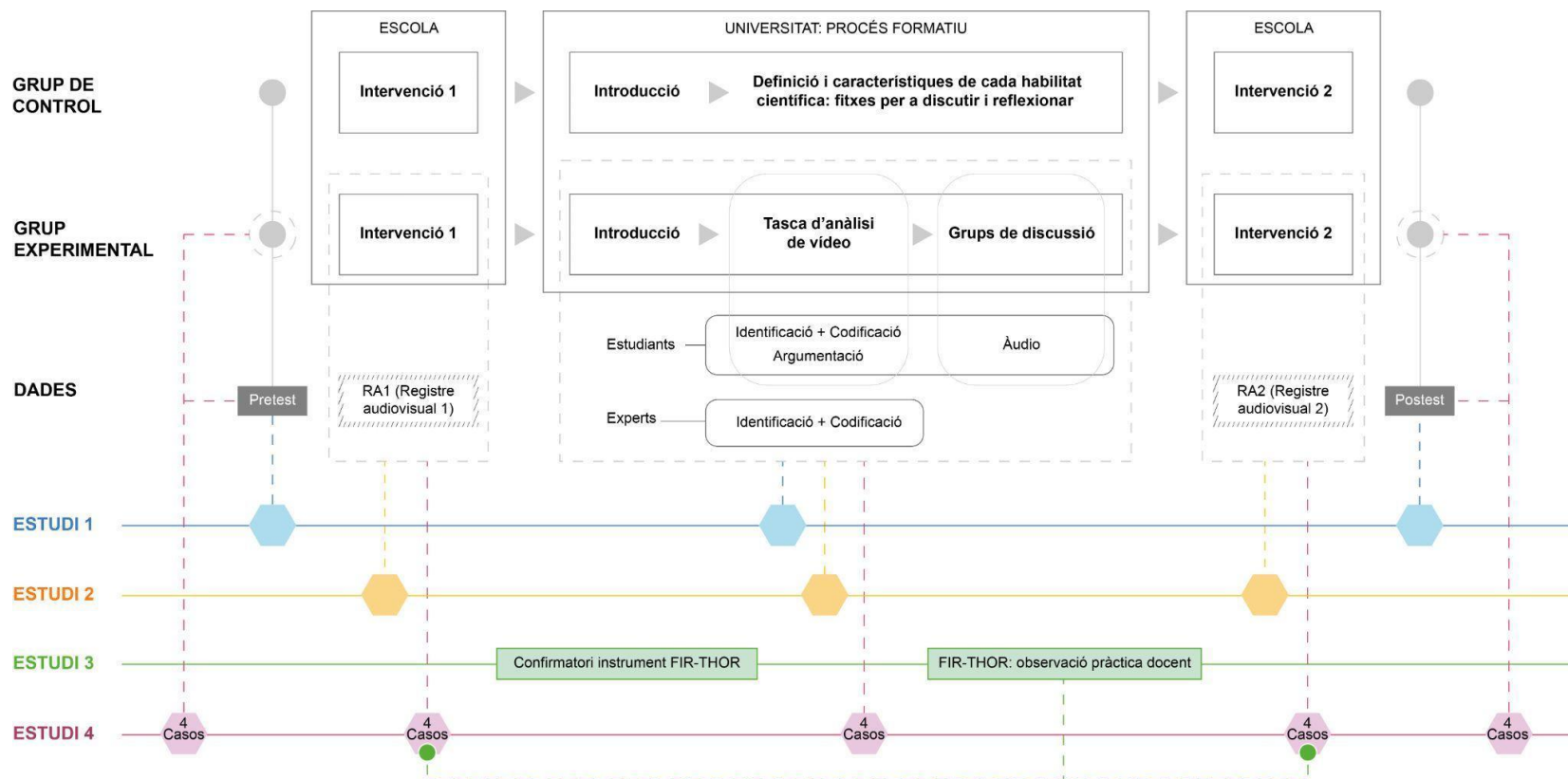
METODOLOGIA

5. Metodologia

Com hem mencionat en els capítols anteriors, amb aquesta recerca tractem un tema que la comunitat científica sobre l'educació en ciències ha qualificat, com s'ha citat anteriorment, de rellevant i d'interès en la formació inicial de mestres. Aquesta investigació es proposa donar-hi resposta seguint diferents processos per assolir els objectius formulats en el capítol 4. La figura 2 sintetitza els diferents estudis i processos desenvolupats en aquesta tesi a partir del disseny i l'experimentació d'un procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo.

Figura 2

Procés formatiu del grup de control i experimental, recollida de dades i anàlisi en els quatre estudis de la tesi



Amb els estudis 1, 2 i 4 es cerca l'aproximació a l'objecte de recerca a partir de la relació de dades de naturalesa diferent, qualitatives i quantitatives, per comprendre millor l'experiència i els seus efectes en el coneixement i la pràctica docent en indagació científica.

La unitat dels estudis es dona a través de la relació temàtica, el disseny i experimentació d'un procés formatiu sobre la indagació científica, i centrat en l'anàlisi de vídeo, per afavorir el coneixement i la pràctica docent d'aquesta metodologia en els DFI. El disseny de l'estudi quasiexperimental pre-post amb un únic grup es decideix ampliar i amb un grup de control (o de quasi control). Per tal d'assegurar la similitud entre ambdós grups, i així afavorir-ne la comparació, el grup experimental va estar format per estudiantat que durant el curs acadèmic 2019-2020 estava cursant 3r curs del Grau d'Educació Primària en modalitat Dual (GEP-Dual) de la Facultat d'Educació, Psicologia i Treball Social de la Universitat de Lleida (UdL), i el grup de control va estar format per estudiantat que durant el 2020-2021 estava cursant 3r al GEP-Dual de la UdL. Aquesta millora metodològica s'ha introduït seguint les indicacions de León i Montero (2020) per tal de poder contrastar els resultats d'ambdós grups. En els estudis empírics d'aquesta tesi es detecten i analitzen els canvis que han mostrat els DFI durant i després de participar en el procés formatiu dissenyat. A continuació es presenta un resum metodològic sobre cadascun dels estudis que conformen la tesi.

En l'Estudi 1 s'aborda l'impacte del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo en el coneixement específic dels DFI sobre les habilitats científiques implicades en la indagació científica. El disseny de l'estudi és quasiexperimental i la recollida de dades es realitza en el tercer curs del GEP-Dual de la UdL, durant dos cursos consecutius. Presenta els resultats dels DFI, sobre el coneixement de les habilitats científiques implicades en la indagació, abans, durant i després de participar en el procés formatiu amb anàlisi de vídeo (grup experimental) o sense (grup de control).

L'Estudi 2 presenta un disseny pre experimental i es centra en l'anàlisi observacional dels resultats del grup experimental amb un disseny nomotètic, dinàmic i multidimensional, tenint (Anguera et al., 2011). Afegeix al coneixement una nova mirada analítica vers la pràctica docent en indagació abans i després de la formació, tenint en compte les habilitats científiques que mobilitzen i els ajuts pedagògics amb què els acompanyen. En aquest article també es va realitzar una anàlisi per identificar els patrons temporals entre les accions dels DFI a les intervencions a l'aula. El mètode d'anàlisi de *T-patterns* se centra en mesuraments repetits i intensius per detectar patrons de comportament

sincrònics i seqüencials recurrents que no es poden detectar completament mitjançant l'observació o una altra lògica estadística quantitativa (Magnusson, 2000; Moskowitz et al., 2009). En detectar aquests patrons temporals, es poden identificar analogies estructurals entre diferents nivells d'organització, cosa que representa un canvi important de l'anàlisi quantitativa a l'estructural (Santoyo et al., 2020).

Per a poder presentar els resultats no només en relació amb les habilitats científiques implicades en la indagació, sinó també en relació amb la seva pràctica docent pedagògica (Coiduras et al, 2020; Good et al., 2006), va ser necessari desenvolupar l'Estudi 3 per disposar d'un instrument fiable per a observar i avaluar l'acció docent durant les classes en els centres educatius. Aquest instrument, anomenat FIR-THOR (Peguera-Carré et al., 2023), s'analiza a través d'una Anàlisi Factorial Confirmatòria (CFA) amb els resultats de l'observació, mitjançant vídeos, de l'activitat professional dels DFI a l'escola durant la pandèmia de COVID-19. Confirmar la fiabilitat de l'instrument permet utilitzar-lo, posteriorment, en l'estudi 4.

Finalment, l'Estudi 4 presenta un estudi de casos per aprofundir en l'evolució de quatre DFI sobre el coneixement i la pràctica de la indagació científica al participar en el procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo. En aquest, no només s'analitzarà la implementació de les habilitats científiques a l'aula, sinó també el canvi que un major coneixement de la metodologia ha implicat en la seva pràctica pedagògica general (aplicable a diferents disciplines). Els quatre casos formen part del grup experimental i es realitza un seguiment de forma sistemàtica al llarg d'un any acadèmic (Creswell, 2013). Com proposava Stake (1998, p. 115), en l'estudi qualitatiu de casos "la qualitat i la utilitat de la investigació no depenen de la seva capacitat de ser reproduïda sinó del valor dels significats que han generat l'investigador o el lector". En aquest sentit, com suggereixen Maxwell (2021) i Yin (2018), es fa servir aquest enfocament per construir coneixement o generalitzacions analítiques.

Per a la realització del treball de camp d'aquesta tesi, prèviament es va sol·licitar el consentiment informat dels centres participants en la recerca, ja que el dret a la pròpia imatge està reconegut a l'article 18.1 de la Constitució i regulat per la Llei 3/2018, de 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals. Aquests van firmar el document de protecció de dades i l'autorització legal específica per poder dur a terme els enregistraments a les escoles (Annex 2).

A més, aquesta tesi i, la recerca que se'n deriva, segueix els principis ètics que subratlla l'Informe Belmont (United States, Department of Health, Education, and

Welfare, 1979), el qual va exposar que els estudis educatius es fonamenten en els principis de respecte, beneficència i justícia, així com els principis bàsics que es van presentar en la World Conference on Research Integrity (2010): i) honestedat, ii) responsabilitat, iii) cortesia professional i imparcialitat, i iv) bona gestió per garantir la confidencialitat. En aquest sentit, aquesta investigació segueix els principis d'ètica en recerca educativa de:

“1) respecte a les persones, al coneixement, als valors democràtics, a la qualitat del procés d'investigació, a la llibertat acadèmica i a la voluntarietat; 2) beneficència, no causar cap mena de mal i maximitzar els beneficis minimitzant els possibles perjudicis i 3) justícia, distribució equitativa entre la càrrega i els beneficis; així com en l'honestedat, responsabilitat, integritat, imparcialitat, competència professional, confidencialitat.” (Espinoza Freire i Calva Nagua, 2020, p. 339)

En els següents apartats d'aquest capítol es presenta la metodologia general emprada en la tesi seguint la següent estructura. En primer lloc, es descriu el context institucional d'educació superior en el qual s'han desenvolupat els estudis, els participants, les condicions i els canvis que la pandèmia de la COVID-19 van suposar en el desenvolupament del projecte. En segon lloc, s'explica el procés formatiu dirigit als DFI que s'ha dissenyat i implementat durant la tesi. Finalment, s'inclou un subapartat per concretar com s'ha dut a terme la recollida i tractament de la informació en cada estudi, tot estructurant l'explicació per blocs de dades, els quals són: (1) el pre- i postest d'indagació científica, (2) els registres audiovisuals 1 i 2, (3) la tasca d'anàlisi de vídeo del grup experimental, (4) els vídeos de les intervencions dels DFI.

Cal destacar que els quatre estudis que conformen aquesta tesi presenten metodologies diverses. La metodologia de cadascun dels estudis es detalla en l'escrit dels 4 estudis que conformen la tesi.

5.1. Context

5.1.1. Participants dels estudis

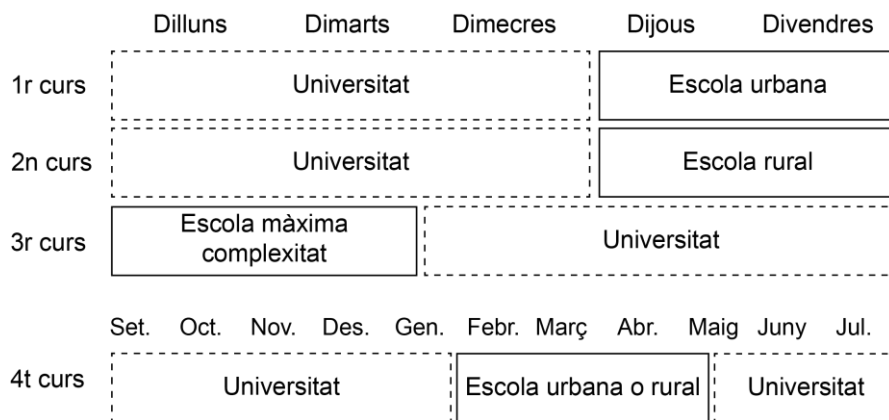
La mostra dels Estudis 1, 2 i 4 és intencional i està formada per 90 DFI del GEP-Dual de la UdL per recopilar informació abans, durant i després d'una intervenció. La intervenció es contextualitza en l'assignatura de Didàctica de les Ciències al 3r curs del grau els anys acadèmics 2019-2020 i 2020-2021. Els

participants van signar un consentiment per a la seva participació en l'estudi (Annex 1).

En l'Estudi 3 els participants són 166 DFI matriculats en el 2020-2021 en el GEP-Dual, els quals cursen, de 1r a 4t, el 40% de l'activitat presencial en els centres educatius (Figura 3). Es tracta d'una proposta per a la formació inicial de mestres motivada per l'interès d'ampliar i intensificar l'activitat docent de la titulació en el context real, desenvolupant les habilitats juntament amb professors experts i integrant la teoria, coneixements i habilitats treballats a les aules universitàries en un entorn professional. El projecte que es presenta pretén contribuir a l'anàlisi i desenvolupament de la integració dels aprenentatges realitzats en els dos contextos: universitari i escolar. En el 1r any del grau, els DFI desenvolupen les pràctiques en escoles urbanes de nivell socioeconòmic mig o alt; en el 2n any, duen a terme les pràctiques en escoles rurals amb alumnat multinivell/de diferents edats en una mateixa aula i, en el 3r any, els estudiants desenvolupen les seves pràctiques en escoles d'alta complexitat.

Figura 3

Distribució temporal dels contextos formatius del GEP-Dual



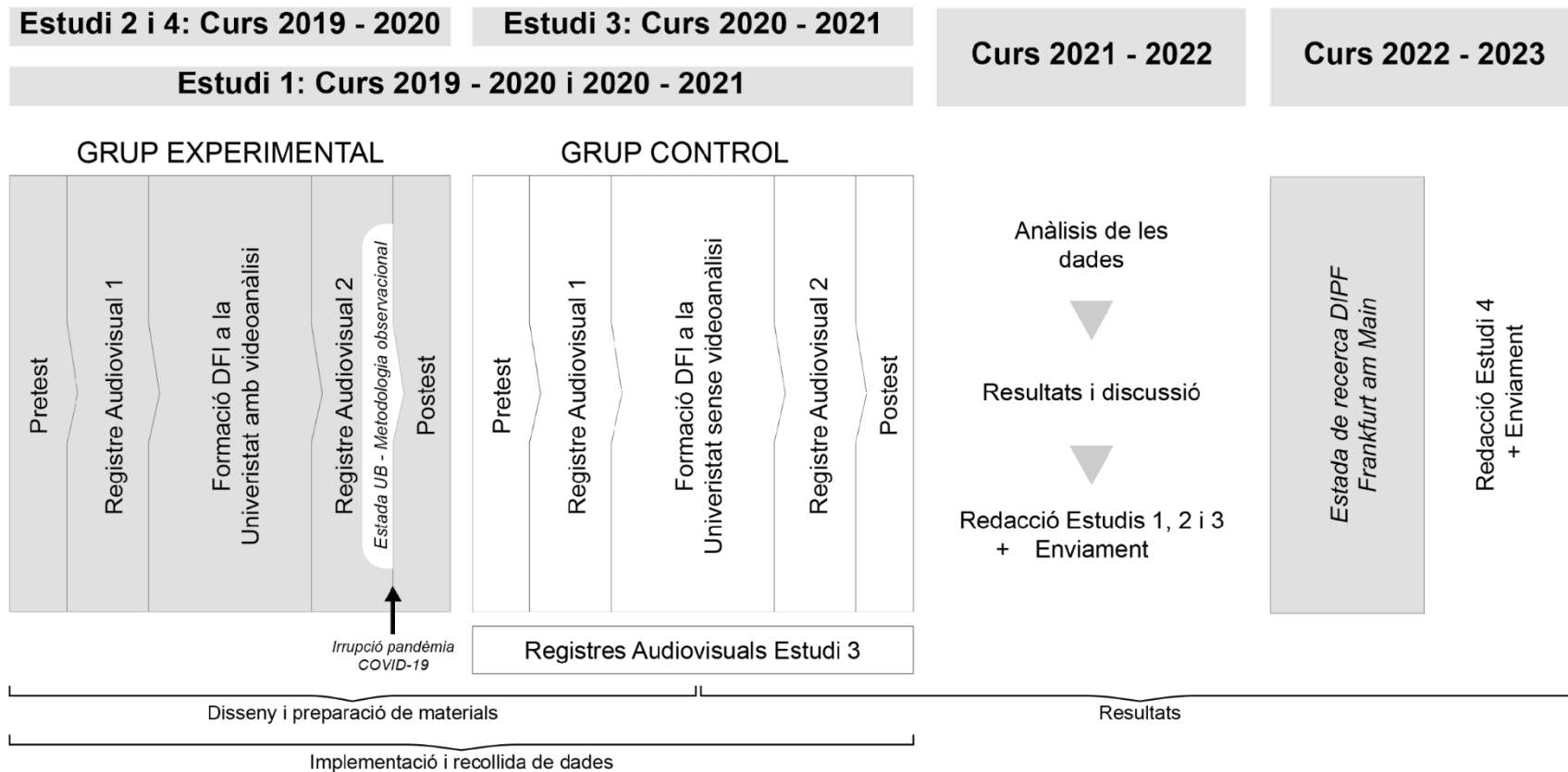
Nota: Adaptat de "Initial teacher education in a dual-system: Addressing the observation of teaching performance", per J. L. Coiduras, A. Blanch, I. Barbero, 2020, Studies in Educational Evaluation, 64, 100834. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100834>

5.1.2. Situació específica en la qual s'ha desenvolupat la investigació

Amb la irrupció de la pandèmia COVID-19 es va reduir la presencialitat en les aules universitàries i les escoles de pràctiques i alguns participants de l'estudi no van poder completar les entregues correctament. Aquest fet va derivar en: (i) una reducció de la mostra en els Estudis 1 i 2, que s'explica en cadascun d'aquests estudis; i (ii) en un endarreriment en la recollida de dades en l'Estudi 3, que en lloc de dur-se a cap el curs acadèmic 2019-2020 es va dur a terme el 2020-2021 (Figura 4).

Figura 4

Cronograma i procés seguit en el desenvolupament dels estudis que conformen la tesi



5.2. Procés formatiu dirigit als Docents en Formació Inicial d'Educació Primària

Tant el grup experimental com el de control van participar de la formació sobre la metodologia d'ensenyament i aprenentatge de les ciències a través de la indagació, la qual va ser impartida pel mateix professorat. Abans de la formació es va encomanar als DFI una intervenció d'indagació científica a l'aula escolar. Aquesta va ser enregistrada en vídeo durant les pràctiques dels DFI en centres d'Educació Primària i s'anomena **Registre Audiovisual 1 (RA1)** en els estudis 1, 2 i 4. Abans de realitzar aquests enregistraments els DFI van rebre indicacions sobre com gravar a les aules (Annex 12).

A continuació, els DFI van participar de la formació en indagació científica (Figura 2). Ambdòs grups, experimental i control, van rebre a l'aula universitària la mateixa informació, en una sessió de 120 minuts, sobre la metodologia d'aprenentatge per indagació, els objectius i les característiques de les diferents habilitats científiques que implica. De la mateixa manera, en una segona sessió de 120 minuts es va dur a terme una introducció dels ajuts pedagògics i de la descripció d'estratègies pedagògiques per a aplicar-los a l'aula escolar. Seguidament, el procés formatiu constava de tres sessions de 120 minuts a la universitat, amb un programa diferenciat per al grup experimental, amb anàlisi de vídeo, i per al grup control, sense anàlisi de vídeo.

- Grup experimental: Aquest grup va rebre formació sobre el programari CoAnnotation.com (Cebrián-Robles, 2023) (Annex 11) i el sistema de codificació per a analitzar un vídeo. Inclou una descripció breu de les diferents habilitats científiques i ajuts pedagògics introduïts, així com les instruccions sobre com identificar, codificar i argumentar aquestes habilitats i ajuts en un vídeo (Taula 4). Posteriorment, durant dues sessions formatives els DFI van realitzar individual i presencialment, en una aula equipada amb ordinadors, la tasca d'anàlisi de vídeo sobre la pràctica d'una docent experimentada implementant una indagació científica en una aula d'Educació Primària (Exploratorium, 2021) (Annex 9). En l'última sessió es va fer una dinàmica amb grups de discussió, moderats per quatre professors experts en pedagogia i ciències, per a compartir les idees detectades en l'anàlisi de vídeo.
- Grup control: Durant les sessions, el professor va proposar diferents activitats escrites basades en preguntes importants relacionades amb la metodologia d'indagació i les habilitats científiques implicades, que els

DFI havien de respondre individualment o en grups petits. Aquestes activitats es van desenvolupar a través de fitxes de treball, una per a cada habilitat científica, que permetien discutir i reflexionar sobre l'habilitat mitjançant exemples contextualitzats en diferents temàtiques científiques. Per exemple, una d'aquestes fitxes de treball descrivia un context científic específic i suggeria una pregunta d'investigació. En una tasca escrita, es demanava als DFI que argumentessin si la pregunta de recerca era adequada o no, tenint en compte la informació introduïda prèviament pel professor sobre la formulació de la pregunta d'investigació.

En finalitzar el procés formatiu es va encomanar als DFI la implementació d'una segona indagació científica a l'aula escolar. Aquesta es va enregistrar en vídeo i s'anomena **Registre Audiovisual 2 (RA2)** en els estudis 1, 2 i 4.

Es a dir, en aquest procés formatiu s'empra el vídeo amb dos usos:

- En primer lloc, formatiu, el qual es correspon amb la tasca d'anàlisi de vídeo amb imatges externes d'una docent experta.
- En segon lloc, investigador, el qual es correspon als RA1 i RA2, que recullen imatges pròpies dels DFI implementant activitats indagadores a les aules escolars.

5.3. Recollida i tractament de la informació

En la Taula 3 es resumeix la recollida i anàlisi de les dades segons els instruments utilitzats, els objectius específics de la tesi i l'estudi en el qual s'han desenvolupat. Ara bé, el procés de recollida i l'anàlisi de dades es detalla en cadascun dels estudis.

Taula 3

Objectius específics, recollida i anàlisi de les dades dels estudis que conformen la tesi

Objectiu específic	Treball de camp		Tractament de la informació		Estudi
	Recollida de dades	Instruments	Anàlisi de dades	Programari	
OE.1. Analitzar l'impacte del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo en el coneixement dels DFI sobre les habilitats científiques implicades en un procés indagador.	Tasca d'indagació científica dels DFI: pre- i postest	Test d'indagació	Avaluació amb una escala Likert del procés indagador amb un instrument disponible a: https://dpreserviceteachers.wixsite.com/my-site	IBM SPSS Statistics v. 24 SDIS-GSEQ v. 5	Estudi 1
OE.2. Estudiar la identificació i codificació de les habilitats científiques i els ajuts pedagògics que les acompanyen en l'anàlisi de vídeo que els DFI realitzen d'una pràctica de referència sobre indagació en l'Educació Primària.	Tasca d'anàlisi de vídeo	CoAnnotatió	Freqüència d'acord dels DFI amb la identificació i codificació dels experts Categorització de l'argumentació dels DFI en la tasca de l'anàlisi de vídeo	Microsoft Excel 16.16.2 ATLAS.TI Scientific Software v. 9	Estudis 1 i 2
OE.3. Estudiar la implementació de les habilitats científiques i dels ajuts pedagògics que realitzen els DFI a l'aula escolar abans i després del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo.	Vídeos de ciències dels DFI: RA1 i RA2	Compartició de vídeo	Simultaneïtat i detecció de T-patterns entre la implementació d'una habilitat científica acompanyada d'un ajut pedagògic	LINCE PLUS THEME v.6 Microsoft Excel 16.16.2	Estudi 2
OE.4. Confirmar la fiabilitat de FIR-THOR per avaluar la pràctica docent dels DFI a l'escola mitjançant enregistraments de vídeo.	Vídeos dels DFI	Compartició de vídeo	Anàlisi dels vídeos utilitzant l'instrument FIR-THOR	Paquet R de Lavaan	Estudi 3

Objectiu específic	Treball de camp		Tractament de la informació		Estudi	
	Recollida de dades	Instruments	Anàlisi de dades	Programari		
OE.5. Descriure l'evolució del coneixement sobre la indagació científica i la seva implementació a l'aula d'Educació Primària en quatre DFI que han participat en el procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo.	Tasca d'indagació científica dels DFI: pre- i postest	Test d'indagació	Avaluació amb escala Likert del procés indagador amb un instrument disponible a: https://dpreserviceteachers.wixsite.com/my-site	Microsoft 16.16.2	Excel	Estudi 4
	Tasca d'anàlisi de vídeo i grups de discussió	Coannotation	Categorització de l'argumentació i discussió dels DFI	ATLAS.TI Scientific Software v. 9		
	Vídeos de ciències dels DFI	Compartició de vídeo	Anàlisi amb l'instrument FIR-THOR + habilitats científiques			

A continuació es presenta un resum del procés seguit per a la recollida de dades i tractament de la informació de cada estudi, tot seguint l'explicació per blocs de dades.

5.3.1. Pretest i postest d'indagació científica

Abans i després del procés formatiu es va dur a terme el test d'indagació científica a l'aula universitària. Aquesta prova consistia en un conjunt de sis tasques relacionades amb la implementació d'una indagació sobre el fenomen de la flotabilitat. En concret, cada tasca se centrava en una habilitat científica per tal d'avaluar com els DFI la resolien en la indagació proposada. Aquesta prova (pretest) es va basar en qüestionaris similars publicats anteriorment per Kant et al. (2017), Kruit et al. (2018) i Solé-Llussà et al. (2020), i es va validar l'adaptació amb la col·laboració de 12 experts, mestres d'escola i professors universitaris de l'àrea de les ciències experimentals (Annex 3).

En els Estudis 1 i 4 es van recollir les dades de la tasca d'indagació científica realitzada pels DFI, el pretest i el postest (Annex 5). Les respostes d'ambdues proves van ser avaluades amb l'aplicació d'un instrument d'avaluació publicat per Ferrés-Gurt i Marbà-Tallada (2018) i Solé-Llussà et al. (2020). Aquesta eina permet avaluar cada habilitat científica amb una qualificació numèrica ascendent, segons la comprensió de l'habilitat demostrada pel DFI. Les habilitats es van valorar en una escala Likert del 0 al 4, sent 4 la puntuació més alta. L'instrument d'avaluació i alguns exemples de com es van avaluar les respostes del DFI es poden trobar al següent enllaç: <https://bit.ly/3kVRJAC> (Annexos 4, 6 i 7). Per comprovar la fiabilitat entre avaluadors es va calcular el coeficient Kappa de Cohen mitjançant el programa SDIS-GSEQ v.5. D'altra banda, es van comparar els resultats entre aquestes dues proves i, al mateix moment, entre el grup control i l'experimental, a través de les mitjanes aritmètiques i del test Wilcoxon i les grandàries de l'efecte corresponents. Les dades obtingudes es van tractar amb IBM SPSS Statistics v.24.

5.3.2. Anàlisi observacional dels registres audiovisuals 1 i 2

En els Estudis 2 i 4 es van recollir els RA1 i el RA2 com a enregistraments de vídeo. Aquestes evidències van ser analitzades mitjançant metodologia observacional (Anguera et al., 2020) per detectar la conducta i els esdeveniments espontanis en la pràctica docent dels DFI.

L'anàlisi d'aquests registres es va realitzar mitjançant un instrument bidimensional que es detalla en la Taula 4 –habilitats científiques (Durmaz & Mutlu, 2016; Özgelen, 2012; Rönnebeck et al., 2016) i ajuts pedagògics (van de Pol et al., 2011)–. La codificació dels RA1 i RA2 es va portar a cap amb el programari lliure LINCE PLUS (Soto et al., 2021).

En l'anàlisi dels registres es van unititzar els vídeos seguint un criteri de segmentació híbrid ortogràfic i contextual (Anguera, 2005). És a dir, fent servir el final d'una frase per canviar d'unitat si aquesta frase ja té una única línia lògica i de significat propi, però podent contenir en una mateixa unitat més d'una frase per no fragmentar-ne el significat (Krippendorf, 2019). Per tant, en cada unitat hi podia aparèixer codificada una habilitat científica acompanyada d'un ajut pedagògic, però en cap moment dos ajuts o dos habilitats, complint així amb les condicions d'exhaustivitat i mútua exclusivitat dins d'una mateixa dimensió o nivell de resposta (Anguera & Hernández, 2014).

Cal destacar que només es considerava que hi havia una unitat d'anàlisi nova si hi havia entrega de significat mínim complet, però no es considerava unitat quan, per exemple, un DFI només feia servir un assentiment o expressió d'acord, fent una repetició exacta d'una unitat anterior, sense afegir informació o utilitzant expressions aïllades d'afirmació, negació o per donar el torn de paraula a un altre alumne/a de l'aula.

D'altra banda, en l'Estudi 4 es va dur a terme paral·lelament una segona anàlisi dels RA1 i RA2 mitjançant la combinació del Fifteen Items Revised Tsang-Hester Observation Rubric (FIR-THOR) i les habilitats científiques (Annex 8, <https://bit.ly/3kVRJAC>). El FIR-THOR que sorgeix de la proposta de Coiduras et al., (2020), es va elegir perquè proposa un instrument d'observació més lleuger i d'un ús més funcional, amb tres grans categories –*Gestió de l'aula*, *Instrucció* i *Avaluació*– que sintetitzen les dimensions proposades anteriorment per Bell et al. (2019) i Good et al. (2006).

Taula 4

Instrument bidimensional de les habilitats científiques i els ajuts pedagògics

Dimensió	Categoria	Codi	Descripció	Exemples
Habilitats científiques	Observació	OBS	<p>Identificar diferències i semblances entre objectes o materials.</p> <p>Pot ser sensorial o a través d'eines o instruments que permetin ampliar el rang d'observació.</p> <p>Ser capaços de distingir de moltes observacions aquelles que realment són rellevants per al problema que hem de solucionar.</p>	<p>“Un grup d'estudiants estudien com les granotes neden i s'adapten a un medi aquàtic. Anoten diferents característiques anatòmiques que consideren que poden ser importants per a realitzar aquesta acció. Alguns estudiants consideren que segurament el color de la pell de la granota no té relació amb la seva capacitat per nedar.”</p> <p>“Un docent porta un grapat de llavors de procedència molt diversa a l'aula. Els estudiants busquen semblances i diferències entre les diferents llavors i presenten atenció a la seva forma, mida, color, pes, rigidesa, etc. L'ús de lupes i una balança digital els ajuda a dur a terme aquesta tasca.”</p> <p>“Amb l'objectiu de conèixer més sobre el fenomen del magnetisme, s'observa amb detall diferents objectes quotidians i que reaccionen de maneres diferents davant d'un imant. Segons aquesta reacció, l'alumnat classifica els diferents objectes i enumera característiques d'aquests i dels materials dels quals estan formats (color, elasticitat, textura, lluentor, rigidesa, etc.). Tracten d'identificar aquells aspectes que poden ser rellevants per a entendre millor la reacció d'un objecte davant d'un imant i que, per tant, són interessants d'investigar amb més detall.”</p>

Dimensió	Categoria	Codi	Descripció	Exemples
	Pregunta d'investigació	PRI	<p>És important reconèixer diferències entre qüestions investigables i no investigables. Les preguntes no investigables s'han de reformular en preguntes investigables.</p> <p>Una pregunta investigable és molt específica i està relacionada amb conceptes científics.</p> <p>Acostuma a relacionar dues variables diferents i ens dona pistes sobre com poder investigar-la en la pràctica real.</p> <p>Només es pot respondre a partir d'una recollida de dades.</p>	<p>“Com afecta la concentració d'àcid al creixement d'una mongeta?”</p> <p>“El tipus de teixit d'un banyador influenciarà en la velocitat d'un nedador?”</p>
Habilitats científiques	Prediccions	PDC	<p>Utilitzar evidències i/o patrons de la nostra experiència passada o una possible explicació (hipòtesis) per preveure que succeirà en una determinada situació futura.</p> <p>Poden presentar estructures de causa-efecte.</p>	<p>“Si introduïm un termòmetre dins d'un jersei i el deixo durant diverses hores, es veurà que la temperatura s'incrementa.”</p> <p>“Observarem un major creixement de fongs en una llesca de pa mullada que en una seca.”</p>
	Hipòtesis	HIP	<p>Tractar de donar explicacions temptatives sobre un fenomen determinat i que són consistents amb l'evidència o amb les idees que tenim d'experiències prèvies.</p> <p>Mostrar que ens adonem que pot haver-hi més d'una explicació per l'evidència o fet que estem observant i qüestionant.</p> <p>Una hipòtesi s'ha de poder provar.</p>	<p>“El gel es fondrà més lentament en aigua salada, ja que l'aigua salada és més freda que l'aigua dolça.”</p> <p>“Quan deixem una peça de fruita sense menjar damunt d'una taula, aquesta es tornarà més tova al cap d'uns dies perquè haurà perdut aigua.”</p> <p>“Si els músculs es contrauen a causa d'una reacció química, aleshores podré obrir i tancar les mans més ràpidament quan aquestes estan calentes”</p>

Dimensió	Categoria	Codi	Descripció	Exemples
Habilitats científiques	Planificació i experimentació	PLA	<p>Identificar i controlar el nombre de variables: identificar quina o quines s'han de canviar durant la investigació (variable independent); identificar quina o quines variables s'han de mesurar (variable dependent); identificar les variables que s'han de mantenir inalterades durant el transcurs del procés d'indagació per aconseguir una recerca fiable (variables de control) Experimentació.</p> <p>Dissenyar una bona investigació, també implica pensar molt bé el material, eines o instruments de mesura que són necessaris.</p> <p>Una vegada la investigació ha finalitzat, és interessant comprovar el que s'ha fet amb el que es va planificar inicialment.</p>	<p>“Es pretén investigar com la humitat influencia en el creixement de fongs en una llesca de pa. Es proposa el següent disseny experimental:</p> <p>Es trien quatre llesques de pa; una es deixa completament seca i a les altres tres s'afegeixen quantitats creixents d'aigua. Les quatre llesques de pa tindran la mateixa mida, estaran elaborades el mateix dia i les deixarem al mateix lloc (mateixa temperatura i quantitat de llum) durant els set dies que durarà la investigació. Cada dia, s'anirà prenent nota de la superfície de pa coberta per fongs en cada llesca de pa.”</p>
	Interpretació	INT	<p>Discutir les dades que s'han obtingut durant el procés d'indagació realitzat i comparar-ho amb les qüestions inicials plantejades.</p> <p>Identificar evidències, patrons o tendències en les observacions o mesures realitzades per poder anar esbossant una conclusió al problema.</p> <p>Organitzar les dades en taules i/o representar-les amb gràfics per trobar patrons i relacions.</p>	<p>“A mesura que incrementa el volum del nostre vaixell, observem que poden viatjar més passatgers sense enfonsar-se. Interpretem que el volum d'un objecte està relacionat amb la força que l'aigua pot fer (empenta) per aguantar un objecte sense enfonsar-se. A més volum, més empenta i, per tant, el vaixell pot surar aguantant cada vegada més pes”.</p> <p>“La temperatura d'un dissolvent, com l'aigua, influencia en el procés de dissolució d'un solut, com el sucre; A major temperatura del dissolvent, el temps necessari per a dissoldre el solut disminueix. Considerem que, quan s'incrementa la temperatura de l'aigua, s'accelera el</p>

Dimensió	Categoria	Codi	Descripció	Exemples
	Interpretació	INT	A partir dels patrons i relacions trobats, construir explicacions científiques i corroborar les hipòtesis i prediccions plantejades.	<p>moviment de les seves partícules, fet que repercuteix en una dissolució més ràpida del solut.”</p> <p>“El gràfic lineal mostra que la distància amb la qual estirem una molla té un efecte negligible sobre el seu període d’oscil·lació. Aquestes dades no corroboren les prediccions inicials realitzades”.</p> <p>“La temperatura dins del jersei no ha pujat després de cinc hores. Aquest fet indica que un jersei no produeix calor”.</p>
Habilitats científiques			Dibuixos, escrits, narracions, presentacions, maquetes, etc. són diferents formes útils per intercanviar idees durant el procés de recerca. La comunicació també és fonamental per a donar a conèixer els resultats de la investigació una vegada s’ha realitzat.	<p>“Un grup d’estudiants de 6è de primària elaboren un tríptic informatiu on, a partir dels resultats obtinguts de la seva pròpia investigació, proposen diferents mesures per estalviar aigua a la seva escola.”</p> <p>“Els estudiants dialoguen amb la mestra una observació realitzada al pati de l’escola.”</p> <p>“Una presentació oral en un congrés de ciència escolar per a donar a conèixer a la comunitat educativa un estudi realitzat sobre com els nivells d’intensitat sonora en una aula poden influenciar en la concentració dels alumnes que allí treballen.”</p> <p>“Una maqueta que representa el disseny d’un vehicle aquàtic optimitzat i automatitzat per a netejar de plàstics el mar.”</p>
	Comunicació	COM	Es tracta d’una habilitat transversal durant l’activitat indagadora.	
			S’ha de pensar bé la manera més adient de presentar els resultats segons el tipus d’informació que volem compartir i segons l’audiència a qui va dirigida.	

Dimensió	Categoria	Codi	Descripció	Exemples
Ajuts pedagògics	Feedback o retroaccions	FDB	Comunicació valorativa que el/la mestre/a realitza com a resposta o retorn a un comportament i/o treball de l'estudiant.	<ul style="list-style-type: none"> - Sí, això és el mateix. - Si canvies això, l'activitat estarà millor.
	Pistes	PST	<p>El/la mestre/a dona una pista respecte d'allò que s'està treballant. No dona la resposta o bé instruccions detallades sobre el que es treballa, només una pista.</p> <p>Quan el mestre/a inicia una frase amb la intenció de donar una pista i que l'alumnat la completi o acabi d'expressar la informació.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pots començar buscant en aquest llibre. - La mestra assenyala en un mapa conceptual un conjunt d'idees que poden ser útils per a interpretar els resultats trobats en una investigació realitzada. - Per tant, tu m'estàs dient que un imant pot... [mestra] i alumnat completa la frase.
	Instruccions	INS	El/la mestre/a proporciona informació a l'alumnat sobre allò que ha de fer i la forma com ho ha de dur a terme. Instruccions o indicacions de la tasca a realitzar.	<ul style="list-style-type: none"> - Heu de llegir aquest text per a poder respondre les preguntes. - Poseu-vos en grups de 4 persones i penseu juntament un títol per al vostre treball.
	Explicacions	EXP	Es tracta d'informació que el/la mestre/a proporciona de forma clara com a resposta a una pregunta de tipus "per què?", i que pot descriure un context, causes, conseqüències, etc., per a ajudar a l'alumnat a comprendre quelcom que és objecte d'estudi. Més de contingut específic sobre la temàtica.	<ul style="list-style-type: none"> - Per tant, parlem de diàleg quan dues o més persones intercanvien missatges. - La docent utilitza un diagrama lineal Precipitació vs. temperatura per a identificar possibles causes de la pluja.

Dimensió	Categoria	Codi	Descripció	Exemples
Ajuts pedagògics	Models	MOD	<p>El/la mestre/a mostra un comportament (de forma verbal o no verbal) per imitació. La utilització del cos humà com a representació visual forma part d'aquesta categoria.</p> <p>El modelatge fa referència al procés i no al producte final. Es tracta dels processos que el/la mestre/a duu a terme per ajudar a l'alumnat a arribar a una fi.</p>	<p>- Com podem tornar a fer funcionar el robot? Entrem "aquí" (demostrar amb algun suport (gests, aplicacions virtuals, materials, etc.) com fer-ho.</p> <p>- Per exemple, ho farem així, mireu.</p>
	Preguntes	PRE	<p>El/la mestre/a incita a l'alumnat a pensar.</p> <p>El/la mestra realitza una pregunta per a una reacció específica.</p>	<p>- Creieu que el tomàquet és una fruita o una verdura?</p> <p>- Quin tipus de fulla té aquest arbre?</p>
	Altres	OTR	<p>Puntualitzacions que el/la mestre/a fa per a aclarir quelcom a l'alumnat.</p> <p>No forma part de la tasca, sinó més aviat d'intervencions rutinàries d'aula.</p>	<p>- Joan, pots venir aquí si us plau?</p> <p>- D'acord guarda-ho amb tu.</p> <p>- Broma o frases motivadores que no són tasca en si: "Nois vull que quedin <i>superxules</i>".</p>

5.3.3. *Estudi de la tasca d'anàlisi de vídeo del grup experimental*

En el grup experimental, es van recollir les dades d'identificació, codificació i argumentació de la tasca d'anàlisi de vídeo que apareixen en els Estudis 1, 2 i 4. Els vídeos utilitzats van ser avaluats prèviament per un grup d'experts, mestres d'escola i professors universitaris de l'àrea de les ciències experimentals (Annex 10). Les dades es van recollir durant l'anàlisi de vídeo a la plataforma CoAnnotation.com (Cebrián-Robles, 2023). Les identificacions i codificacions d'aquesta tasca van ser comparades amb els resultats d'observació de tres investigadors experts, obtenint una freqüència d'acord entre els DFI i els experts. Addicionalment, els mateixos tres experts van analitzar les argumentacions de l'anàlisi de vídeo amb el programari ATLAS.TI v.9, duent a terme un procés inductiu (Strauss & Corbin, 2016). En aquesta fase també es van enregistrar els grups de discussió realitzats amb el grup experimental després de la tasca d'anàlisi de vídeo. Aquests van ser analitzats amb el mateix procés seguit per les dades qualitatives, mitjançant ATLAS.TI v.9, per tal de categoritzar les diferents idees dels DFI amb relació a les habilitats científiques.

5.3.4. *Validació FIR-THOR*

La fiabilitat de l'instrument FIR-THOR es va avaluar en l'Estudi 3, un estudi de recerca pròpiament metodològica, sobre la consistència de l'instrument, a més d'avaluativa. En aquest estudi es va experimentar l'ús de l'instrument per avaluar la pràctica docent del DFI, ficant la mirada a la pedagogia general (aplicable a diferents disciplines) mitjançant vídeos.

Cal destacar que els vídeos utilitzats en aquest estudi no són els mateixos recollits i utilitzats en el procés formatiu descrit anteriorment en l'apartat 5.2. Tot i que també recullen imatges de la pràctica docent dels DFI del GEP-Dual a les aules escolars, aquestes corresponen a DFI de 1r, 2n i 3r curs implementant situacions d'aprenentatge de diverses àrees de coneixement curriculars.

L'actuació docent dels DFI es va avaluar per a les tres dimensions –*Gestió de l'aula, Instrucció i Avaluació*– de cinc ítems cadascuna seguint una escala Likert de 5 valors. L'observació no va ser directa, sinó a partir dels vídeos enregistrats pels DFI a l'aula d'Educació Primària. Per analitzar els vídeos, es van subdividir en tres intervals de temps equivalents, seguint la proposta de Good et al. (2006),

5. METODOLOGIA

per tal de poder discriminar possibles fluctuacions en la pràctica docent en aplicar l'avaluació amb la rúbrica FIR-THOR (Coiduras et al, 2020).

Els avaluadors que van utilitzar l'instrument per examinar la conducta docent en les tres dimensions van ser quatre professors universitaris que eren els tutors de les pràctiques a la facultat dels DFI de la mostra de l'Estudi 3 i, a més a més, disposaven de més de cinc anys d'experiència en la recerca en educació centrada en la formació inicial de mestres. Aquest professorat prèviament va expressar el seu acord i compromís per a participar en l'estudi. A més, disposaven d'experiència amb l'ús de l'eina i va participar en un procés iteratiu amb rondes successives per avaluar els vídeos de la mostra tot arribant a un consens interobservadors. Per revisar el funcionament de l'instrument es van estimar els tres models de CFA per a les tres grans dimensions amb el mètode de màxima versemblança del paquet de programari R lavaan (R Development Core Team, 2014; Rosseel, 2012).



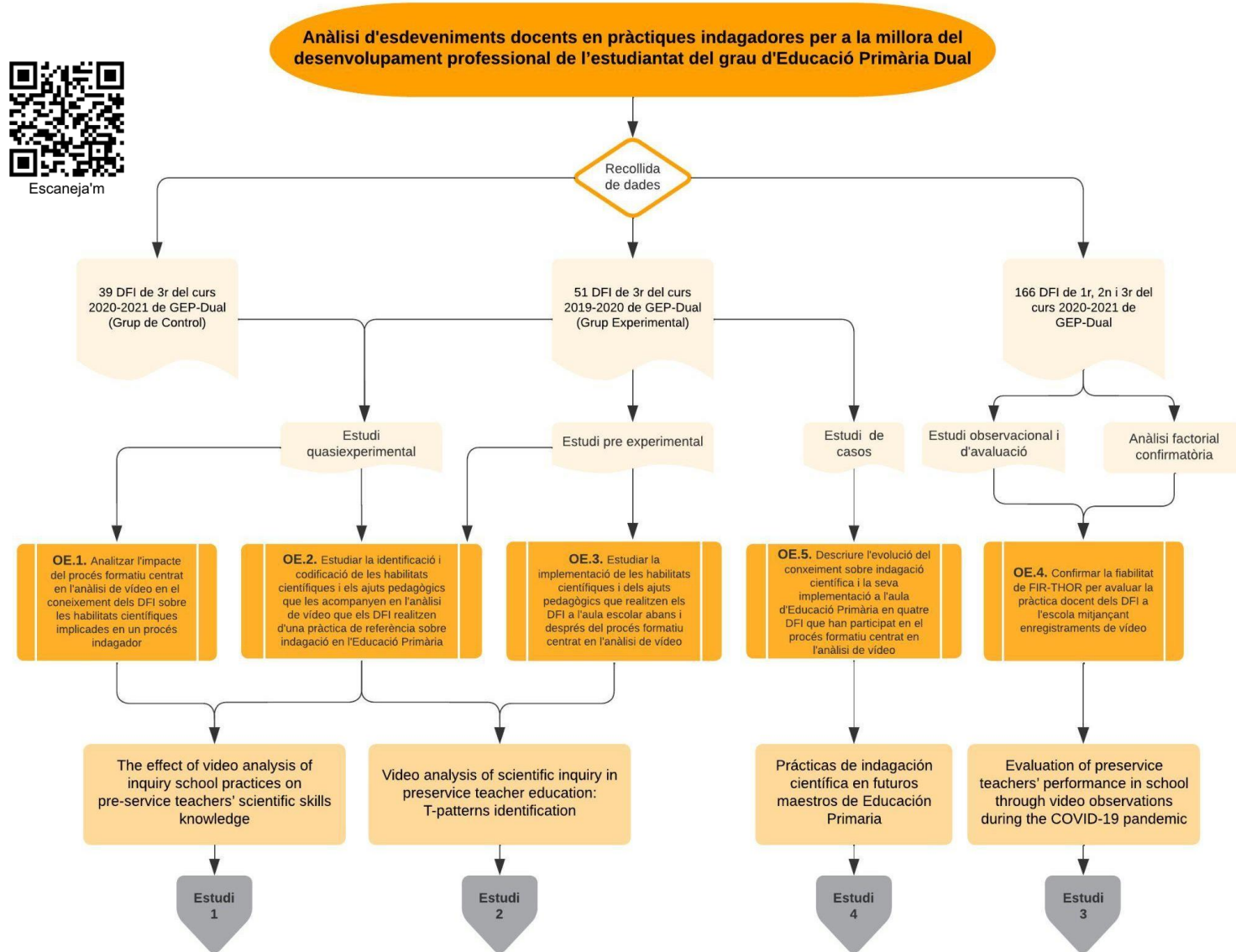
**ESTUDIS QUE
CONSTITUEIXEN LA TESI**

6. Estudis que constitueixen la tesi

Aquest capítol presenta les publicacions desenvolupades durant la tesi en el marc del Projecte Programa de Promoció de la Recerca 2019, Ajuts de la UdL. La Figura 5 resumeix els estudis que van sorgir de la recollida de dades de la tesi i inclou l'estudi metodològic (Estudi 3) i tres estudis empírics (Estudi 1, 2 i 4). Els articles segueixen l'ordre numèric amb els quals han estat anomenats. Cadascun va precedit d'una breu explicació de la seva aportació a la tesi i d'una fitxa informativa. Posteriorment, s'inclou el text complet de l'estudi.

Figura 5

Diagrama dels estudis que constitueixen la tesi



6.1. Estudi 1

En l'Estudi 1 es desenvolupa un disseny quasiexperimental per analitzar els resultats d'una experiència formativa de: un grup experimental de DFI amb una tasca d'anàlisi de vídeo durant la intervenció i un grup de control sense la tasca d'anàlisi de vídeo. Els DFI dels dos grups van desenvolupar una càrrega acadèmica igual amb el mateix professor amb 25 anys d'experiència en l'ensenyament d'aquesta assignatura. L'estudi analitza la competència indagadora d'ambdós grups abans i després el procés formatiu (O.E. 1, Taula 3), com també la informació recollida durant la formació a la universitat amb relació a la identificació i codificació de les habilitats científiques treballades (O.E. 2 i 3, Taula 3).

6.1.1. Fitxa informativa de l'Estudi 1

Taula 5

Resum de la informació de l'article 1

Títol de l'article	<i>The effect of video analysis of inquiry school practices on pre-service teachers' scientific skills knowledge</i>
Any	2023
Idioma	Anglès (americà)
DOI	https://doi.org/10.1080/1046560X.2023.2236377
Revista	Journal of Science Teacher Education
ISSN/ eISSN	1046-560X / 1573-1847
País	Regne Unit
Editorial	Taylor and Francis Ltd.
Àrees temàtiques i categories	Ciències Socials - Educació
Indexacions	Scopus, JCR-ESCI, SJR, ERIC, EBSCOhost, PubMed, ProQuest, entre altres
Factor d'impacte	SJR i Scopus Education Q1 – 3.9 CiteScoreTracker 2023

6.1.2. Text complet de l'Estudi 1

The effect of video analysis of inquiry school practices on pre-service teachers' scientific skills knowledge

Peguera-Carré, M. C., Aguilar, D., Ibáñez, M., & Coiduras, J. L. (2023). The effect of video analysis of inquiry school practices on pre-service teachers' scientific skills knowledge. *Journal of Science Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2023.2236377>

Abstract

This study provides evidence of the effect of video analysis of real classroom situations as a support for promoting the professional vision among primary education pre-service teachers. Specifically, it focuses on the Science Process Skills involved in scientific inquiry when teaching through this method. This quasi-experimental study (n = 90) analyzes a didactic strategy based on the noticing and coding of inquiry teaching practices in school contexts. It aims to encourage pre-service teachers' knowledge of the Science Process Skills. The quantitative results show a significant improvement in all these skills in the experimental group, mainly with regard to the proficiency of *Planning and Experimentation* and *Interpretation* skills. These data are congruent with the results obtained from the qualitative analysis of the codification engaged in by this group. The results of this study contribute to responding to the need for resources in the scientific inquiry education of pre-service teachers in primary education. Video analysis was observed to help mobilize a wide range of concepts involving knowledge of the Science Process Skills that are studied in the initial stages of teacher education.

Keywords: pre-service teachers; inquiry-based learning; video analysis; science process skills.

Introduction

Inquiry into the Professional Development of Pre-service Science Teachers in Primary Education

Current international educational frameworks embrace a vision of science learning where students can develop a rich scientific understanding, by applying knowledge to identify questions, explain scientific phenomena, and propose evidence-based conclusions that are useful for understanding the natural world, and the changes that human activity has made to it (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2019). Students, from their very early education, need to understand the nature of science, by learning scientific concepts and procedures that are enhanced and validated through the performance of scientific investigations (Harlen, 2013). Thus, there has been a reforming effort to implement an inquiry-based methodology within the primary education curricula throughout European countries (OECD, 2019). These science learning goals pose a challenge for elementary education teachers who should be supported in the development of the teaching practices expertise that is needed for such a form of student science learning (Roth et al., 2019).

One way of describing people's expertise in a particular area of practice is in terms of professional vision (Goodwin, 1994). In the case of teaching, professional vision involves how teachers highlight and interpret relevant events in classroom situations (Alles et al., 2019; Goodwin, 1994). *Highlighting* entails identifying relevant professional events of a real teaching practice. Some authors like Sherin & van Es (2005) use the term *noticing*, instead of *highlighting*, as signifying "what it means for expert teachers to be able to recognize significant features of the context in which they work" (p. 477). To recognize these events, a knowledge framework is required of the professional activity and its goals (McDonald et al., 2019). However, identifying events is only the initial component of the professional vision. These highlighted actions need to be interpreted or, as Goodwin (1994) proposes, coded, which means providing them with a professional significance. *Coding* events implies a robust understanding, not only of the performed activity and its goals, but also of the professional practices involved in it. Hereinafter, the word *notice* will be used to identify relevant professional events, and *code* for their interpretation and argumentation.

In the case of the professional vision of scientific inquiry education, it requires a deep knowledge framework of this teaching approach. This means that there is a need to have both an understanding of scientific inquiry, and of the professional practices involved when teaching it (McDonald et al., 2019).

Science Process Skills in Science Learning through Inquiry

Current international educational policies stress the importance of implementing scientific inquiry methodologies in science education (National Research Council [NRC], 2012; Pedaste et al., 2015). Inquiry-based science learning consists of students:

[...] progressively developing key scientific ideas through learning how to investigate and build their knowledge and understanding of the world around. They use skills employed by scientists such as raising questions, collecting data, reasoning and reviewing evidence in the light of what is already known, drawing conclusions and discussing results. (InterAcademy Partnership, 2010, p.19)

There have been different interpretations and approaches concerning learning through scientific inquiry in the science education literature (Duschl & Grandy, 2008; García-Carmona, 2020). For instance, the official science curriculum in Australia refers to science inquiry skills (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, 2015, García-Carmona, 2020), which different authors also

agree to name Science Process Skills (SPS), which can be understood as the activities that reflect real tasks performed by scientists. These skills involve the ability to apply rules, principles, or conventions about the design and implementation of a scientific inquiry (Harlen & Qualter, 2009). Another approach comes from the Next Generation Science Standards published in A Framework for K-12 Science Education (NRC, 2012). In this case, they introduce the term *practices*, instead of *skills*, to stress that engaging in scientific inquiry requires the coordination of both, knowledge and skill simultaneously. This approach based on scientific practices emerged in the context of education in the USA, and it is starting to make an impact in many other countries. García-Carmona (2020) highlighted that the difference between *skills* and *practices* needs to be reflected in official curriculums, and, afterwards, progressively developed through science lessons in schools.

Specifically, this study is focused on a Catalan context (Spain), where the term *practices* has begun to be used among science educators, despite the official curriculum for primary education not yet using it (Catalan Department of Education, 2017). This document, when introducing science inquiry, focuses on the concept of *skills* and establishes the following ones for designing an investigation: scientific questions, (rigorous and reliable) data collection, hypothesis formulation, control of variables, observation and measurement instruments, analysis of results, preparation of conclusions, and communication of results in oral, written or graphic form.

A recent literature review highlights the fact that, although SPS can be identified and organized in different ways, there is an agreement about their objectives and definitions (Rönnebeck et al., 2016). In this work, the SPS have been classified into two different categories according to the cognitive demand of each skill: (a) integrated skills, those that require a more advanced knowledge and higher cognitive effort— *questioning, hypothesizing, designing an investigation under the control of variables, interpreting, and drawing conclusions*; and (b) basic science skills that prove the intellectual basis of inquiry: *observing and communicating* (Durmaz & Mutlu, 2016; Özgelen, 2012).

Taking into account the aforementioned context, this study is focused on the understanding of a set of specific SPS, which play an important role when performing scientific inquiry. This is not enough, as in order to achieve an understanding of scientific inquiry, other equally essential elements should be taken into account, such as constructing explanations and theories, conceptual change, developing and using models (Lederman, 2019).

Challenges in Teaching about Inquiry Science: How to Train Pre-service Teachers

Different studies have highlighted the existing difficulties for PTs to understand SPS during an inquiry task in primary education. These studies highlight that primary education PTs do not have an appropriate scientific background, as they do not usually have both robust scientific theoretical frameworks and inquiry teaching models from their own previous education (García-Carmona et al., 2017; García-Carmona, 2019; Kim & Tan, 2011). In fact, in southern European schools, inquiry-based activities are not widely conducted in comparison with other more traditional activities. This fact has led to difficulties and a lack of experience, strategies, and knowledge of the different science skills among primary education (Ferrés-Gurt & Marbà-Tallada, 2018; Solís-Espallargas & Morón-Monge, 2020). These difficulties concern all the different skills involved in the process of inquiry: for instance, challenges to the proposal of research questions or formulating relevant hypotheses, weak strategies for controlling variables, or poor skills for analyzing empirical evidence (García-Carmona, 2019; Khan & Krell, 2019; Vogt & Schmiemann, 2020).

Some authors emphasize the fact that the inadequate education of teachers with regard to the promotion of scientific inquiry activities could be one of the reasons for the aforementioned situation observed in schools' science classrooms (Gillies & Nichols, 2015). Thus, science training programs for PTs in universities should help them to understand science education aligned with a scientific inquiry approach (Davis et al., 2006; McDonald et al., 2019). This requires supporting PTs to build specific knowledge of scientific inquiry and the SPS included, as PTs find these and their logic challenging (García-Carmona et al., 2017).

The complexity of inquiry requires the implementation of specific supports and learning strategies that provide proper scaffolds, explanations, and demonstrations, which offer an explicit vision of the structure of an investigation practice, and the performance of the skills included (Lazonder & Egberink, 2014). To obtain better learning outcomes during their inquiry teaching, PTs should have a clear idea of the objectives of each SPS, and should know how to apply them. According to different authors, the *noticing* and *coding* of real teaching practices could contribute to answering this need (Abell et al., 1998; Radloff & Guzey, 2017; Sherin, 2007). Thus, the present work is focused on the implementation of a teacher education program that is based on the *noticing* and *coding* of relevant inquiry events performed in real elementary classroom situations, with the aim of contributing to PTs' professional vision of scientific inquiry by promoting their understanding of SPS.

Training the Professional Vision: The Role of Video Analysis

Considering the literature published to date in other disciplines (Alles et al., 2019), video analysis of teaching events can provide an answer to the training needs of PTs. Video analysis has primarily been one of the most widely used strategies for the development of the professional vision among PTs. The analysis of authentic teaching activities is considered relevant for PTs' professional vision (McDonald & Rook, 2015; Sherin, 2007).

On the one hand, video provides easy access to real classroom situations in the teacher education programs, without losing authenticity; it also shows singular professional situations and examples of reference teaching practices, and it fosters a culture of reflection on the relationship between experience and theory (Gaudin & Chaliès, 2015; Richards et al., 2021).

On the other hand, the processes of selective attention, noticing and coding, individually or in shared situations, supports the development of a particular aspect of professional vision (Gold et al., 2020). For example, video analysis was used by teachers to attend to students' mathematical thinking (Sherin & van Es, 2005) or to develop an in-depth understanding of mathematics (Stylianides & Ball, 2008).

Thus, as recent studies have demonstrated, video noticing and coding has significant potential to enhance didactic analysis and reflection on science teaching and learning activities (Chan et al., 2021; Criswell et al., 2022; Luna, 2018; Roth et al., 2019; Zummo et al., 2021). In the context of science teaching, video analysis and the corresponding noticing of relevant events, has proved to have great potential: (a) as a learning support for PTs in didactic design and analysis; (b) enabling in-depth reading of the teaching experience; and (c) slowing down the teaching process to help teacher inquiry (Luna, 2018; Roth et al., 2019). Moreover, PTs benefit from the analysis of videos of teaching and learning processes without the pressure to act (Gaudin & Chaliès, 2015; Vogt & Schmiemann, 2020). There are different types of videos, ranging from the analysis of best-practice reinforcement to daily teaching methodologies.

Video-based professional development teacher education programs, such as the Science Teachers Learning From Lesson Analysis (STeLLA) one, highlight the effectiveness of using videos in science teaching and learning (Roth et al., 2019). These authors describe how the analysis of videos showing exemplary teaching episodes can impact teachers' knowledge about the science topics taught in these videos and their practice, for instance, attention to student thinking,

coherence, and content accuracy. Johnson and Cotterman (2015) and Vogt and Schmiemann (2020) also paired video with student teaching experiences to assess PTs' professional vision of scientific inquiry and provide them with science content knowledge and science knowledge for teaching. Other recent studies focus on secondary education. For instance, Chan (2021) analyzed PTs' usable knowledge for teaching science when using two video-based instruments in their education. This author concluded that teacher educators should provide PTs with more opportunities to notice important classroom events; Zummo et al. (2021) stated the potential for video annotation tools to help noticing science lectures, and highlighted the value of directing (with scaffolds) PTs' attention to content in order to improve their practice; Luna (2018) analyzed how three elementary education teachers' noticed pupils' thinking while teaching science. Results contributed to the theoretical framework of the nature of teacher noticing in science, as well as the importance of the teachers' understanding of this practice.

Thus, in science education, current research highlights the fact that video analysis can contribute to improving noticing skills, identification, and capabilities, and can offer a wide range of quality opportunities to reflect on and discuss pedagogical and subject educational aspects (Cebrián-Robles et al., 2019). This helps to foster PTs' professional vision (Vogt & Schmiemann, 2020).

Present Study

Video analysis provides PTs with opportunities to learn how to teach, and to improve their professional development and practice. It is possible to observe different goals for this type of support. Some studies with a pedagogical approach highlight the benefits of video analysis in teacher education, and specify how it supports, not only the construction of the specific knowledge of a discipline, but also provides resources for action, communication, and thinking. This helps PTs to develop their professional vision and to participate more effectively and creatively in their practical, social, and intellectual activities (Gaudin & Chaliès, 2015; Sherin, 2007). Moreover, other specific studies on science teaching have demonstrated a coherent and effective approach to conceptualizing the learning and teaching of science by noticing and coding pupils' sociocognitive activity in a classroom (Barth-Cohen et al., 2018; Krepf et al., 2018). Video episodes of exemplary science teaching show a combination of knowledge of teaching and knowledge of curriculum, and their analysis has provided evidence on the potential of video to support PTs' professional vision (Johnson & Cotterman, 2015; McCoy & Lynam, 2021). Although video analysis is not new, scarce literature has been published about how video can support the teaching and

learning of inquiry-based science (Martin & Siry, 2012). Some of these articles focus on the development of professional vision and knowledge through the pedagogical analysis of and reflection on science inquiry practices (Chan, 2021; Vogt & Schmiemann, 2020). Others also focus on PTs' knowledge of the scientific topics shown in the video-recorded lessons (Johnson & Cotterman, 2015; Roth et al., 2019). Although there is literature supporting the effectiveness of inquiry approaches, most studies focused on secondary education (Chan, 2021; Zummo et al., 2021), including guided and open inquiry (Toma, 2022). Thus, there is a gap in the literature on how the development of the professional vision through video analysis could support primary education PTs' understanding of the SPS involved when teaching scientific inquiry. This could also address the need of further learning strategies for tackling the described difficulties of primary education PTs in understanding and conducting inquiry and the corresponding SPS (García-Carmona, 2019).

The present study contributes to current discussions about the importance of supporting PTs with knowledge of scientific inquiry to perform and conduct it effectively in the classroom (Johnson & Cotterman, 2015; Vogt & Schmiemann, 2020). It aims to study the impact of video analysis on the professional vision of scientific inquiry, and specifically, on the acquisition of knowledge of the SPS involved in a scientific inquiry. This leads us to the research questions of the present study (Table 1):

- In a video analysis task, what Science Process Skills do PTs notice?
- In a video analysis task, how do PTs code Science Process Skills?
- How does the video analysis task impact PTs' knowledge of Science Process Skills involved in an inquiry?

Method

Study Design

The study design is quasi-experimental, with PTs enrolled on a Primary Education Degree to collect information before, during, and after an intervention. The intervention is part of the study of science in the third year of the degree. Specifically, we analyzed an experimental group that performed a video analysis task during the intervention, as well as a control group without a video analysis task. PTs in both groups had the same academic loads and subject lecturer, who had 25 years of experience teaching this subject.

Participants

The sample of pre-service teachers was intentional, and it consisted of 110 PTs enrolled in the 2019-2020 academic year, who were in their third year of the Primary Education Degree in a dual-system. In this system PTs attend from first to fourth year of the degree, 40% of the face-to-face activity in educational centers. Thus, this was a proposal for the initial education of teachers that was motivated by an interest in expanding the teaching activity of the degree in real contexts, as well as developing the skills with expert teachers, and integrating the theory, knowledge, and skills worked on in the University classrooms in a professional setting (schools).

PTs were an average age of 21.3 years. The sample was reduced to 90 participants because only those that were present during the entire teacher education program, including the pre-test, recordings, lessons, and post-test, were included in this study. A total of 51 PTs (76.5% girls) were randomly selected to be in the experimental group, and 39 PTs (64.1% women) were in the control group for whom videos had not been provided.

PTs and researchers signed the data protection and legal authorization document to participate in the study. After obtaining informed consent as university students, PTs participated in the intervention.

Classroom Intervention

The sample participated in a set of didactic interventions that were implemented in the subject *Learning of Experimental Sciences*. Both experimental and control groups participated in training about the inquiry teaching methodology in four different sessions of 120 minutes.

Control Group

Throughout the four sessions, in explanatory lectures without videos, the lecturer introduced inquiry and explained the definition, aims and characteristics of the different SPS (Fig. 1). During the lessons, the lecturer proposed written tasks based on important questions related to the inquiry methodology, and the SPS involved, which PTs needed to answer individually or in small groups. The PTs developed these activities through worksheets, one for each SPS, where they discuss and reflect on the skill through examples contextualized in different scientific topics. For example, one of these worksheets describes a specific scientific context and proposes a research question for it. In a written task, PTs

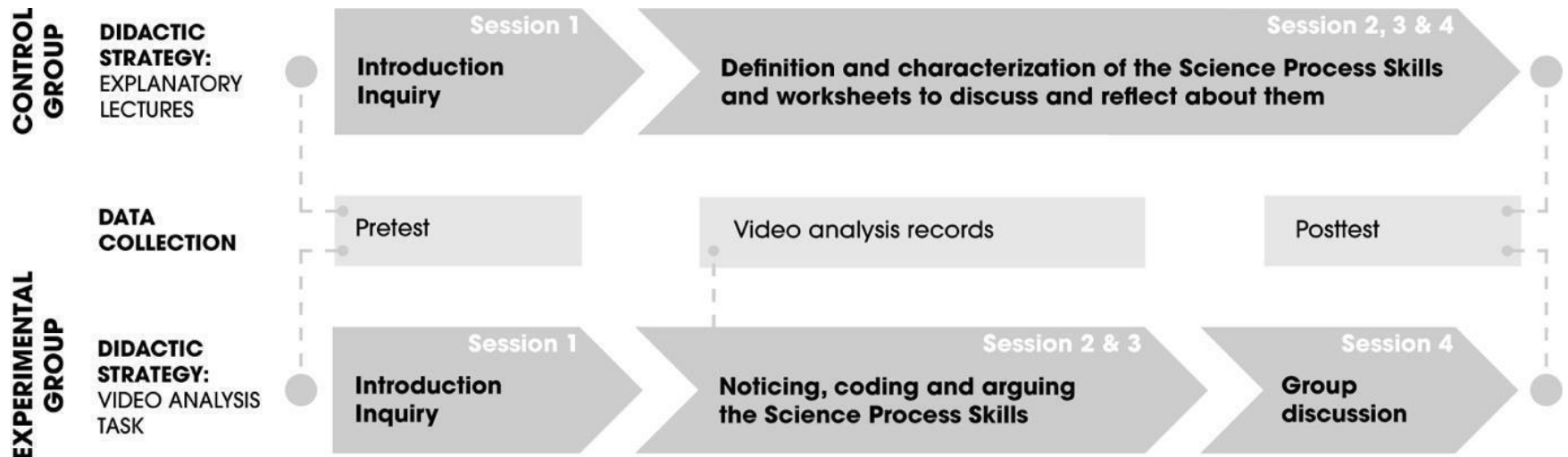
are asked to argue whether the research question was appropriate or not, attending to the information introduced previously by the teacher about this skill.

Experimental Group

In session 1, this group was introduced, on the one hand, to the aims and general characteristics of the skills to do scientific inquiry through an explanatory lecture, and, on the other hand, to the software and the guideline needed to analyze a video. This guideline includes a short description of the different SPS, as well as instructions on how to note (identify) and code (interpret) the SPS in a video. During sessions 2, 3, and 4 they executed the video analysis task about the performance of an experienced teacher developing an inquiry in a primary education classroom (Figure 1).

Figure 1

Didactic strategy followed by each group and data collected



In the video analysis task, PTs from the experimental group noticed and coded the performance of different SPS, both basic and integrated, in a set of nine clips of video recorded from a science inquiry session in a real classroom.

The clips used in this intervention were between two and five minutes and they were excerpted from science teaching videos found online at the Exploratorium science museum (2021). Three researchers of the didactics of the science and didactics and school organization (Coiduras et al., 2020; Peguera-Carré et al., 2021; Solé-Llussà et al., 2020) agreed on the selection of the nine clips, taking into account the five research-based heuristics of using video in PTs' education (Blomberg et al., 2013). The nine clips selected were evaluated as relevant and adequate by the three researchers. These were intended to show an inquiry process in a primary education classroom, and how the different SPS were exhibited by the teacher and the pupils in a school context. In addition, since the PTs were Spanish and the original video was in English, the same three researchers translated and added Spanish subtitles to avoid the possible difficulties or obstacles that language could pose to properly analyze its content. See Table 3 (in the Results section) for a description of the nine clips of video used in the classroom intervention.

Data Collection

Different sets of data have been collected to answer the research questions of the present study (Table 1).

Table 1. Research questions, instruments, and analysis developed in the study.

RESEARCH QUESTION	INSTRUMENT	ANALYSIS
<i>In a video analysis task, what Science Process Skills do PTs notice?</i>	Video analysis task: noticing	Frequency of agreement between PTs' and the researchers' noticing results (Table 2).
<i>In a video analysis task, how do PTs code Science Process Skills?</i>	Video analysis task: coding	Categorized arguments from PTs' coding results (Figure 2).
<i>How does the video analysis task impact PTs' knowledge of Science Process Skills involved in an inquiry?</i>	Test inquiry task: pre-test and post-test	Assessment with a rating scale for the inquiry process (Table 3). See the evaluation instrument in: https://dpreserviceteachers.wixsite.com/my-site

Video Analysis Task

The nine clips of video deployed in sessions 2, 3, and 4 (for the experimental group) were initially analyzed by three science didactics researchers (Table 2). These researchers segmented the clips into units of analysis according to the following criteria: (1) an SPS was represented in each unit, and (2) a set of actions that followed a single line of logic and meaning was found in each clip (Krippendorf, 2019). For instance, two or more consecutive units could include the same SPS, and still could not be unified as each has its meaning (Table 2). Then, the three researchers noticed the SPS exhibited, both basic and integrated, in each unit of analysis. After an iterative process with successive rounds, a Cohen's kappa of .87 was obtained between the three researchers (Cohen, 1960). Then, a final iteration was made to reach interrater consensus for each clip.

Afterward, the video analysis was performed by the PTs with the CoAnnotation.com platform (Cebrián-Robles, 2023). For each clip of video, and following the frameworks of Goodwin (1994) and Sherin and van Es (2005), they were asked to: (a) watch the clip, (b) notice the start and end of a sequence (units of analysis) where they identified the SPS being carried out, and (c) code these units by interpreting and arguing the SPS noticed (McDonald et al., 2019).

Test Inquiry Task

A test inquiry task was designed to assess the PTs' understanding of SPS when applying them in a written test task. The test was implemented before and after the didactic intervention and was based on similar previously published questionnaires (Kant et al., 2017; Kruit et al., 2018; Solé-Llussà et al., 2020). The test task consisted of six open-ended questions about how the participants would tackle an inquiry process focused on specific scientific content, namely the buoyancy of solids in water.

This test task only assessed integrated SPS. The test started with a short topic contextualization followed by three images of buoyancy from real life. Then, six questions were put, and each one was aimed at assessing the understanding of a specific integrated scientific skill. Thus, (1) identified *research questions* based on the buoyancy images previously shown; (2) proposed *hypotheses and predictions* based on the previously formulated research questions; (3) identified the study *variables* that should be tackled to check the following hypothesis; 'The same material will sink faster depending on its weight'; (4) described the *experimental design* that should be implemented to check the aforementioned

hypothesis; (5) used the PhET interactive research-based simulator of the University of Colorado (https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_en.html) to implement the experimental design previously described—PTs could attach a file with the *collected data, organized and represented*, using drawings, tables, and graphs; and (6) *interpreted* the collected data and developed scientific explanations about the phenomenon of buoyancy, and related them to the proposed hypothesis. This test task can be found at the following link: <https://dpreserviceteachers.wixsite.com/my-site>.

The validation of the test task was carried out by a group of 12 experts who were school teachers or university lecturers. The process consisted of assessing the test questions according to three different criteria (Carrera et al., 2011): (1) the level of unicity or linguistic accuracy of each question based on its understanding, which was validated with an agreement rate of 84% during a first validation round, and which achieved a 94% after a second iteration; (2) the level of belonging, or the relationship of each task with the inquiry process, which was validated with an agreement rate of 94% during the first round and, after a second round of validation, achieved full agreement; (3) the importance or relevance of each task for the inquiry process, which showed an agreement rate of 91% during the first validation round, and which improved to 99% after a second iteration.

Data Analyses

Video Analysis Task

Regarding the first research question, quantitative data were acquired by measuring the frequency of agreement between the PTs' noticing results during their video analysis task and the aforementioned researchers' analysis (Table 2).

In addition, concerning the second research question and to analyze the understanding of the different SPS, qualitative data was obtained from the PTs' coding in the video analysis task. These arguments were analyzed with ATLAS.TI Scientific Software version 9 by the same three researchers, carrying out an inductive process (Strauss & Corbin, 2016). In the PTs' arguments, the researchers identified segments of data where the PTs described and justified specific features of the corresponding SPS. They categorized these segments of data with a meaningful conceptual label (Elliott, 2018). Figure 2 shows the categorized results and the appendix table shows the categorized labels and their corresponding explanation.

Test Inquiry Task

The answers to the test task were analyzed by applying an existing evaluation instrument that can be accessed at the following link <https://dpreserviceteachers.wixsite.com/my-site>, where there are some examples of how the PTs' answers were assessed using this instrument. This assessment tool has been previously published by Ferrés-Gurt and Marbà-Tallada (2018) and Solé-Llussà et al. (2020). This instrument evaluates each SPS with an ascending numerical grade, according to the PTs' skill understanding. The skills were rated on a scale from 0 to 4, with 4 being the highest score.

Three evaluators, all of them university lecturers involved in science didactics research, were trained for the scoring of the test task. To check the interrater reliability, the three evaluators assessed 25% of the pre and post-test tasks and obtained a Cohen's kappa coefficient of .84, indicating strong agreement (Cohen, 1960). The kappa statistical analysis was calculated using SDIS-GSEQ version 5.

Finally, to answer the third research question, pre-test and post-test results were compared for each of the SPS categories, and both the experimental and the control groups. This information is presented in Table 3, which includes the median, the results of the Wilcoxon test, and the corresponding effect sizes. The effect sizes from the Wilcoxon test are titled as r in Table 3, and they were calculated as Z (value extracted from the Wilcoxon test) divided by the square root of the sample size (Rosenthal, 1994). The results were analyzed using IBM SPSS Statistics version 24.

Results

Video Analysis Task

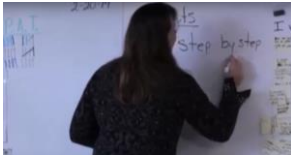
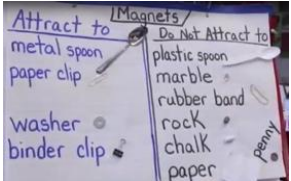

Answering the first research question, Table 2 shows the frequency of agreement (f) between the video analysis performed by both the PTs and the researchers. The agreement was only considered when the PTs' and researchers' units of analysis matched 80% or more.



Given the records of the PTs, the scientific skills with a higher identification in the video analysis were Research Question with an average of 62.8% identifications, *Planning and Experimentation* with 63.6% average, *Interpretation* with a 62.9% average, and *Communication* with an average of 76.5%. Conversely, just 18% of



the PTs identified *Predictions and Hypotheses*, and only 8.7% identified *Observation* in the same video units as the researchers.


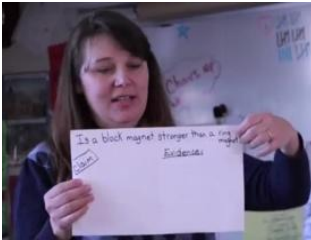
Table 2

Agreement between noticing of researchers and PTs in the video analysis task performed by the experimental group (n = 51)

Clip number and description	Still from the clip	Units of analysis		SPS noticed by the researchers	f (%) PTs agreement
		Start	End		
1- The teacher asks a pupil what they should do if they want to plan an investigation about magnetism. The pupil points out the importance of planning the inquiry task step by step, writing down what they are going to do in order. During the dialog, the teacher gives hints and supports the explanation by writing the vocabulary and the main information on the whiteboard.		0:00	0:55	Planning and experimentation	40 (78%)
2 - They remember the ideas they wrote down in a thinking map about what they know magnets do. The teacher uses body language to represent the actions of magnets; attracting and repelling. Then, in pairs the pupils start a dialog about the materials they know magnets can be attracted to. The teacher redirects the dialog to classroom material, like a table, to see whether it is attracted to the wood surface or to the iron legs.		0:00	1:42	Observation	11 (22%)
		1:43	2:46	Observation	1 (2%)
		2:47	3:19	Observation	1 (2%)
3 - The teacher collects pupils' questions about the scientific topic. She highlights that some pupils have similar questions about how magnets stick to an object, and how strong they are. She shows pupils two different magnets, a block magnet and a ring magnet, and they decide they want to investigate which magnet is stronger.		0:00	0:29	Research question	43 (84%)
		0:30	0:59	Research question	37 (73%)

Clip number and description	Still from the clip	Units of analysis		SPS noticed by the researchers	f (%) PTs agreement
		Start	End		
<p>4 - They decide the material each group needs: one ring magnet, one block magnet, one cup with twenty washers in it, two strings tied to the magnets, and the record sheet. They recall the steps, reading them out aloud. They emphasize that it is very important that everybody should do the same thing to have a reliable/fair test. So, they decide to lower each magnet three times, making sure that they do so slowly, waiting for five seconds on the downward stroke.</p>		0:00	0:56	Planning and experimentation	43 (84%)
		0:57	1:38	Planning and experimentation	45 (88%)
		1:39	2:30	Planning and experimentation	38 (75%)
		2:31	3:20	Planning and experimentation	30 (59%)
		3:21	3:53	Planning and experimentation	25 (49%)
<p>5 - They start working in groups and the captain of each group gets the materials needed from the back of the class. Then, they remind themselves of the inquiry design, they follow the experimentation steps, and the teacher reminds them of what they should do to conduct a fair test. While experimenting they make predictions by discussing what they expect will happen. Finally, they record the results on a grid.</p>		0:00	0:37	Planning and experimentation	6 (12%)
		0:38	0:43	Predictions	10 (20%)
		0:44	1:57	Interpretation	32 (63%)

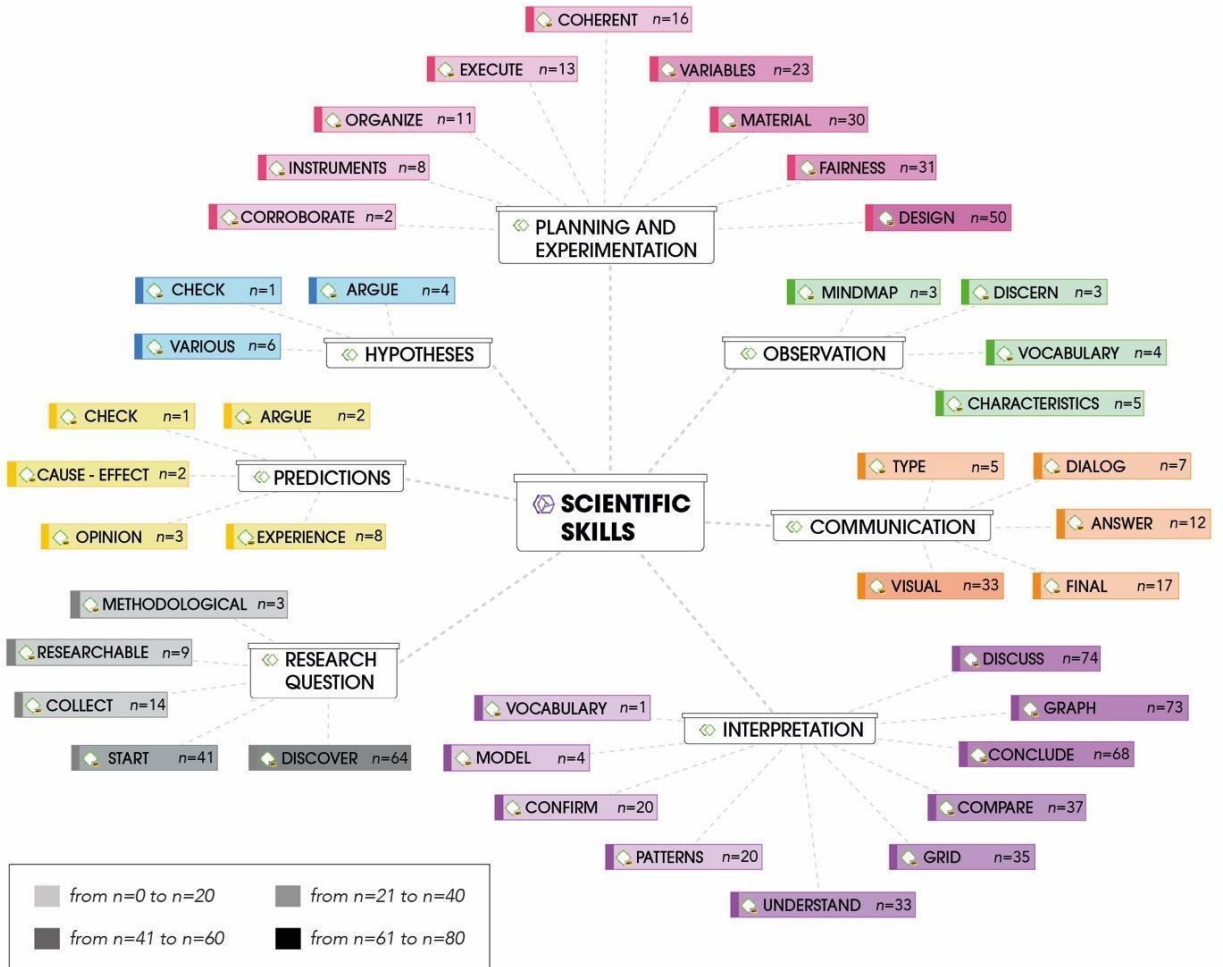
Clip number and description	Still from the clip	Units of analysis		SPS noticed by the researchers	f (%) PTs agreement
		Start	End		
<p>6 - The teacher asks the pupils what they want to find out. The pupils say the research question out loud. The students make hypotheses regarding the size and shape of the magnets. They propose scientific claims, for example: 'the block magnet is stronger because the number of washers attached to this magnet is greater than for the ring magnet'. Each group shares their explanations with the other groups. Finally, the teacher and pupils start a discussion.</p>		0:00	0:20	Research question	43 (84%)
		0:21	0:47	Interpretation	12 (24%)
		0:48	1:06	Hypotheses	8 (16%)
		1:07	2:00	Interpretation	39 (76%)
		2:01	2:33	Interpretation	25 (49%)
<p>7 - The pupils make progress on the analysis of results by sharing two graphic representations; one for the block magnet and another for the ring magnet. They discuss the axis labels and write down the data gathered by each group. Then, the teacher asks them what they can find out by looking at the graphs.</p>		0:00	0:36	Interpretation	33 (65%)
		0:37	1:46	Interpretation	43 (84%)
		1:47	2:17	Interpretation	39 (76%)
		2:18	2:49	Interpretation	37 (73%)

Clip number and description	Still from the clip	Units of analysis		SPS noticed by the researchers	f (%) PTs agreement
		Start	End		
8 - Each group presents the evidence they have found and concludes that the block magnet is stronger than the ring magnet. The teacher asks the pupils how they know that is true, which they answer by analyzing the graphic representation, and by associating the empirical evidence with scientific concepts about magnetism.		0:00	0:23	Interpretation	23 (45%)
		0:24	1:55	Interpretation	44 (86%)
		1:56	2:25	Interpretation	34 (67%)
		2:26	3:10	Interpretation	31 (61%)
9 - In pairs, the pupils write the research question on a poster, along with the claims and the evidence they have collected. For example, one pair writes: - Research question: Is a block magnet stronger than a ring magnet? - Claim: The block magnet is stronger than the ring magnet. - Evidence: Because when referring to the graph, the block magnet has magnetized more rings. During the poster activity, the teacher discusses the scientific evidence with the pairs of pupils to ensure comprehension.		0:00	0:34	Communication	36 (71%)
		0:35	0:46	Research question	5 (10%)
		0:47	1:49	Communication	42 (82%)
		1:50	2:48	Interpretation	25 (49%)

Regarding the second research question of this study, Figure 2 sums up the arguments that PTs used in the video analysis task to explain the SPS they had previously noticed. The figure shows the different conceptual labels identified by the researchers for each SPS, where n and color intensity reflect the frequency with which each label appears in the PTs' discussions.

Among the different labels categorized, the most frequent were the ones described in the following paragraph. When exploring the integrated SPS, the *Research Question* has been mainly linked with the labels 'Start' ($n = 41$) and 'Discover' ($n = 64$), which PTs used to explain that this skill should be at the beginning of the research, setting the goals and inviting discovery about them. With regard to *Hypotheses and Predictions*, PTs understand that these skills are needed to 'Argue' ($n = 6$) the research question with tentative explanations or scientific reasonings, and that previous 'Experience' ($n = 8$) is helpful to formulate these initial ideas. Regarding *Planning and Experimentation*, the most repeated labels show that PTs relate these skills with the experimental 'Design' ($n = 50$) of their research, which is understood as a sequence of steps, where a control of 'Variables' ($n = 23$) and specific 'Materials' ($n = 30$) or instruments should be taken into account. Regarding *Interpretation*, PTs think that it should include a 'Graphical' ($n = 73$) representation of the collected data, a 'Discussion' ($n = 74$) of it, and the formulation of proper 'Conclusions' ($n = 68$) to answer the research question.

When exploring the basic SPS, PTs mainly relate *Observation* to the identification of specific 'Characteristics' ($n = 5$) and properties of objects, materials, and scientific phenomena. Finally, *Communication* is understood as the 'Final' ($n = 17$) step of the inquiry process to 'Answer' ($n = 12$) the research question, by using 'Visual' ($n = 33$) resources taking into account the level of education.

Figure 2*PTs' understanding of the SPS from their arguments in the video analysis task*

Test Inquiry Task

The results concerning the third research question are presented in Table 3. The Mann-Whitney U test was used to compare the two groups with nonparametric data. The level achieved in the pre-test by the participants in the control group (Mdn = 8) did not differ significantly from the participants in the experimental group (Mdn = 9) before the didactic intervention ($U = 1.12$, $z = .99$, $p = .325$, $r = .10$). On the other hand, the level achieved in the post-test by the participants in the control group (Mdn = 11) differed significantly from the participants in the experimental group (Mdn = 15) after the didactic intervention ($U = 1.61$, $z = 5.05$, $p < .001$, $r = .53$). For this reason, it can be concluded that the two groups belong

to the same sample, but at the end of the didactic intervention there is a significant difference between the control group and the experimental group.

The pre-test and post-test results of the experimental group and the control group were compared, and then later, for each of the skills, specifically. Table 3 includes the descriptive statistics and the results of the Wilcoxon tests performed to analyze any change in scores from pre-test to post-test, and the effect sizes. The standard deviations suggest a slight decrease in the variability of the results of the experimental group. The Wilcoxon test results show that PTs in this group scored higher on the post-test than on the pre-test in *Research Question, Predictions and Hypotheses, Variables, Planning and Experimentation, Data Organization and Interpretation*. In other words, the experimental group participants improved in all skills. Furthermore, given the large effect sizes obtained, this improvement has a practical significance. The progress made by the PTs in the experimental group is remarkable specifically with regard to the skills of *Predictions and Hypotheses, Variables, Experimental Design, and Data Analysis*.

The control group standard deviations suggest a slight decrease in the variability of the results in just one of the SPS assessed, *Variables*. Wilcoxon test results show that PTs in the control group scored higher on the post-test than on the pre-test in *Research Question, Predictions and Hypotheses, Variables, Experimental Design, and Data Analysis*, but they did not improve in *Data Organization*. However, given the low effect sizes obtained, this improvement does not have a practical significance for any of the skills assessed.

Table 3*Median and Wilcoxon test of the pre-test and post-test by experimental (n = 51) and control (n = 39) groups*

SPS assessed	Group	Test	Median	Wilcoxon test	r		
1 - Research question	Experimental	Pre-test	1	Z = 2.97	p < .003*	.42	
		Post-test	2				
	Control	Pre-test	0	Z = 1.63	p < .104	.26	
		Post-test	2				
2 - Hypotheses and predictions	Experimental	Pre-test	2	Z = 4.54	p < .001*	.64	
		Post-test	3				
	Control	Pre-test	2	Z = .832	p < .405	.13	
		Post-test	2				
3 - Planning and experimentation	Experimental	Pre-test	2	Z = 4.73	p < .001*	.66	
		Post-test	3				
	Control	Pre-test	2	Z = 2.95	p < .003*	.47	
		Post-test	2				
	3.1. - Variables	Experimental	Pre-test	1	Z = 5.20	p < .001*	.73
	3.2. - Experimentation design		Post-test	2			

SPS assessed	Group	Test	Median	Wilcoxon test	r
3 - Planning and experimentation	Control	Pre-test	2	Z = 2.18 p < .03*	.35
		Post-test	2		
4 - Interpretation	4.1. - Data organization	Pre-test	1	Z = 3.46 p < .001*	.48
		Post-test	1		
	Control	Pre-test	1	Z = .00 p < 1	0
		Post-test	1		
4.2. - Data analysis	Experimental	Pre-test	2	Z = 4.48 p < .001*	.63
		Post-test	3		
	Control	Pre-test	2	Z = 2.56 p < .01*	.41
		Post-test	2		

*The significance level is .05

Discussion

The present study aims to analyze the impact of a didactic strategy based on video analysis on the acquisition of knowledge of SPS involved in an inquiry process and on PTs' professional vision of scientific inquiry. Thus, PTs visualize video clips of exemplary inquiry teaching, notice and code the SPS carried out in these videos. Results show that this intervention has been beneficial for improving the understanding of the corresponding SPS.

The collected data in Table 3 provides evidence of an improvement in the understanding of SPS in both groups – experimental and control – in the post-test, but more significantly within the experimental group. Thus, video analysis benefits PTs' understanding of the SPS involved in a scientific inquiry activity, one on which different authors have previously documented learning challenges (García-Carmona, 2019). In particular, *Planning and Experimentation*, as well as *Data Analysis* skills, were the most enhanced ones following the teacher education program and their improvement is meaningful in practice given the large effect sizes. The lack of video analysis in the teacher education program of the control group seems to explain the weaker improvement obtained.

When performing the video analysis task, as Zummo et al. (2021) recommended, the university lecturer directed PTs' attention to content (the different SPS they noticed and coded). This task helped PTs to mobilize a set of more or less extensive concepts that shows their understanding of each skill. These data are compatible with previous research, where video-based analysis-of-practice programs proved their effectiveness, by presenting more informed and focused conceptions of the professional pedagogical vision on science inquiry experiences (Radloff & Guzey, 2017; Roth et al., 2019). Some studies have also illustrated the benefits of using video with pre-service science teachers. Johnson and Cotterman (2015) found that, as PTs made sense of classroom events while watching the video, they realized that they not only needed to understand the scientific topic, but also the SPS knowledge at play.

Next, we will discuss in more detail the experimental group results. The didactic intervention with video analysis seems to engage PTs with the SPS knowledge to understand what happens during each video clip. Then, they showed an improvement in the understanding of SPS when applying them in the post-test task. First, the development of the integrated SPS based on the test inquiry task and the video analysis task results will be analyzed.

The skills that show the most significant improvements in the post-test inquiry task are *Planning and Experimentation* and the data analysis in the *Interpretation* (Table 3). These results are consistent with both a higher agreement between the PTs' and the researchers' noticing in the video analysis task (Table 2) and a more detailed argumentation of the corresponding skill (Fig. 2). The clips show various situations where these skills are represented through classroom research, for instance, the teacher explains and reviews the experimental design steps frequently during the lesson, especially highlighting the variables involved in the research. This provides PTs with more opportunities to identify and understand the characteristics and tasks involved in these skills (Cavlazoglu & Stuessy, 2018). This likely led PTs to propose more precise arguments, by including a wide range of ideas represented in the video, as Cebrián-Robles et al. (2019) also highlighted in their study. For instance, when coding the *Planning and Experimentation* skill, it is observed how the PTs' arguments are enriched as they coded this skill multiple times in the different exemplary episodes where it is represented. Specifically, after watching video clip 1 (Table 1), a PT argues this SPS just as "Planning is about finding out the steps to follow during a research process". And, after noticing this skill in the successive videos, clips 4 and 5, the PT shows greater inside into the *Planning and Experimentation* by arguing it as:

Planning an investigation involves thinking about the steps to follow [...]. This skill implies discussing the different variables to ensure reliability [...] and choosing the material and measuring instruments [...]. It involves deciding on the data to be collected and how they will be organized (for example, in a grid in the observation notebook)

Thus, the noticing and coding of real teaching practices can support the PTs' knowledge of SPS, as is also observed in the significant improvement obtained in the post-test task for the aforementioned skill (Table 3). However, the results regarding data organization in the *Interpretation* skill are less remarkable than the data analysis results. Different studies reported that the PTs found particular difficulties when representing their ideas in diagrams, especially when they had to transfer from a specific topic to a different one (Kapici et al., 2019; Kruit et al., 2018; Muñoz-Franco et al., 2020).

PTs also demonstrated a statistical improvement for the *Research Question and Hypotheses and Predictions* in the post-test task (Table 3). When formulating a *Research Question*, in the pre-test, PTs did not usually identify the problem or confuse it with the hypotheses. On the contrary, in the post-test they proposed more focused questions and started including methodological aspects in them.

The post-test results are congruent with both the results that indicate good video noticing (Table 2) and the PTs' arguments (Fig. 2). In fact, a connection is observed between the coding task and the ideas implemented in solving the post-test. For example, when in the video the teacher says, "Is the block magnet stronger than the ring magnet?", one PT argued "[...] this is a researchable question as it includes variables, and in addition it can only be answered if there is data collection". This PT implemented the same ideas when formulating a *Research Question* in the post-test. Despite the good results observed, there is still room for improvement in this skill. On the one hand, the level achieved in the post-test is of $Md = 2$ on a scale of 0 to 4, and, on the other, the PTs' range of ideas is more restricted in comparison with other skills such as *Planning* and *Interpreting*. As highlighted by Nawani et al. (2018), formulating research questions is a challenging skill for both in-service and pre-service teachers, which requires higher cognitive skills to integrate information from different sources and a better knowledge of the inquiry topic (Rönnebeck et al., 2016). In relation to *Hypotheses and Predictions*, a statistical enhancement was observed in the post-test (Table 3), despite the PTs' difficulties in noticing (Table 2) and coding (Fig. 2) this skill in the videos. This result can be understood, as Blomberg et al. (2013) explain, by the fact that although the presence of this SPS in the video might be limited, it can be compensated for by the background information that the other clips provided. For example, the improvement in the skill of formulating the *Research Question* may have contributed to the improvement of developing *Hypotheses and Predictions* (Ergazaki et al., 2009).

Finally, PTs also worked on the basic SPS of *Observation* and *Communication*. Although they were not assessed in the test inquiry task, the video analysis results provided some clues as to the PTs' understanding of them. The *Observation* skill noticed by the researchers in clip 2 was barely identified by the PTs, and many noticed it as *Predictions*, even though the video shows how the teacher asks pupils to observe the magnetic properties of materials in daily life (Table 2). Probably, this clip demanded of PTs an increasingly interpretative process in noticing decisions (high inference) and, thus, its suitability in the teacher education program should be reviewed (Alles et al., 2019). On the other hand, there is a greater agreement in the noticing of the *Communication* skill between the PTs and the researchers (Table 2). This SPS was clearly represented in the final clip of the videos: the teacher explicitly asks for the inquiry results to be communicated in a visual way through a poster. Compared to the *Observation* skill, this is a low inference situation where PTs did not require a high interpretative process to notice the *Communication* skill. For both SPS, PTs who noticed them also correctly transferred a set of key concepts to their coding

and written arguments (Fig. 2), which may support a better understanding of these basic SPS.

Conclusions

The present study provides evidence of the effectiveness of analyzing exemplary inquiry teaching videos to support PTs' understanding of SPS in an inquiry process. Specifically, the experimental group of PTs presented favorable results after the video analysis task, where they noticed and coded the presence of the SPS during the visualization of an inquiry activity performed in a primary education classroom. This analysis helped PTs to provide SPS with a professional significance, and consequently, to improve their professional vision (Goodwin, 1994). The significant improvements observed in the SPS stand out in *Planning and Experimentation* and *Data Analysis*.

The results of this study respond to the need for resources in the PTs' scientific education. This experience highlights the opportunities that video analysis provides to initial teacher education, by offering resources for thinking about and interpreting science practices in the classroom. Thus, the analysis of teaching interventions with an accentuated pedagogical component of the primary education classroom, also allows PTs to improve their knowledge of the SPS involved, and thus contribute to their professional vision of scientific inquiry.

However, the study has some limitations, and it creates new opportunities that will be tackled in future iterations of this research. For instance, it should be ensured that the different SPS are represented in the set of videos with similar degrees of inference. As Chan (2021) highlighted, the professional knowledge acquired may have been influenced by the chosen video clips. In this study, it was observed that PTs showed a higher understanding of SPS that were most represented in the videos analyzed. Moreover, this kind of video analysis task could be complemented with other proposals, for example: (a) different iterations of the teacher education program should be carried out based on video analysis to check the evolution of the PTs' professional vision over time; (b) by designing and performing real scientific inquiry activities in the University classroom to further advance in the understanding of the different SPS; or (c) by planning and carrying out interventions in the school internships where PTs perform inquiry activities with primary education pupils. In fact, in future works it will be addressed how PTs extrapolate the knowledge acquired during the video analysis task to analyze their proficiency in the performance of scientific inquiries in real classrooms.

Finally, it is important to highlight that the application of this teacher education proposal in other international institutions could lead to the development of a different approach (NRC, 2012), which could take into consideration the scientific practices.

Acknowledgments

This work has received the help of the Agency for Research and University Grants (AGAUR) under the Department of Economy and Knowledge Society 2017 ARMIF 00028 and 2020 ARMIF 00019, as well as the help of the University of Lleida in the Program of Research Promotion 2019. This research article has received a grant for its linguistic revision from the Language Institute of the University of Lleida (2022 call).

Disclosure statement

No potential conflict of interest is reported by the authors.

References

- Abell, S. K., Bryan, L. A., & Anderson, M. A. (1998). Investigating preservice elementary science teacher reflective thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation. *Science education*, *82*(4), 491-509. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<491::AID-SCE5>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<491::AID-SCE5>3.0.CO;2-6)
- 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>
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (2015). Australian Curriculum: Science (Version 8.4). <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/science/>. Accessed 13 February 2023
- Barth-Cohen, L. A., Little, A. J., & Abrahamson, D. (2018). Building reflective practices in a pre-service math and science teacher education course that focuses on qualitative video analysis. *Journal of Science Teacher Education*, *29*(2), 83-101. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1423837>
- 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>
- Carrera, F. X., Vaquero, E., & Balsells, M. (2011). Instrumento de evaluación de competencias digitales para adolescentes en riesgo social. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (35), a154.
<https://doi.org/10.21556/edutec.2011.35.410>
- Cavlazoglu, B., & Stuessy, C. (2018). Examining science teachers' argumentation in a teacher workshop on earthquake engineering. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 348-361.
<https://doi.org/10.1007/s10956-018-9728-2>
- Cebrián-Robles, D. (2023). *CoAnnotation*. <https://coannotation.com/>
- Cebrián-Robles, D., Pérez-Galán, R., & Quero-Torres, N. (2019). Estudio comparativo de la evaluación a través de ejercicios sobre texto y vídeo para la identificación de elementos de una investigación científica. *Digital Education Review*, 35, 81-96. <https://doi.org/10.1344/der.2019.35.81-96>
- Chan, K. K. H. (2021). Using classroom video-based instruments to characterise pre-service science teachers' incoming usable knowledge for teaching science. *Research in Science & Technological Education*, 1-23.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1872517>
- Chan, K. K. H., Xu, L., Cooper, R., Berry, A., & van Driel, J. H. (2021). 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, 37-46.
<https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- 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>
- Davis, E. A., Petish, D., & Smithey, J. (2006). Challenges new science teachers face. *Review of Educational Research*, 76(4), 607-651.
<https://doi.org/10.3102/00346543076004607>
- 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>
- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (2008). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Framing the debates. In *Teaching scientific inquiry* (pp. 1-37). Brill.

- Catalan Department of Education (2017). *Currículum educació primària*. Servei d'Ordenació Curricular d'Educació Infantil i Primària.
- 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>
- Elliott, V. (2018). Thinking about the coding process in qualitative data analysis. *The Qualitative Report*, 23(11), 2850-2861. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/thinking-about-coding-process-qualitative-data/docview/2155621346/se-2?accountid=15296>
- Ergazaki, M., Zogza, V., & Grekou, A. (2009). From preschoolers' ideas about decomposition, domestic garbage fate and recycling to the objectives of a constructivist learning environment in this context. *Review of Science, Mathematics and ICT Education* 3(1), 99-121. <https://doi.org/10.26220/rev.123>
- Exploratorium (2021). *Magnet investigation*. <https://www.exploratorium.edu/education/ifi/inquiry-and-eld/educators-guide/magnet-investigation>
- Ferrés-Gurt, C., & Marbà-Tallada, A. (2018). Problems students experience with inquiry processes in the study of enzyme kinetics. *Journal of Biological Education*, 52(1), 113-120. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1285801>
- García-Carmona, A. (2019). Pre-service primary science teachers' abilities for solving a measurement problem through inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9858-7>
- García-Carmona, A. (2020). From inquiry-based science education to the approach based on scientific practices: A critical analysis and suggestions for science teaching. *Science & Education*, 29(2), 443-463. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8>
- 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>
- 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>
- Gillies, R. M., & Nichols, K. (2015). How to support primary teachers' implementation of inquiry: Teachers' reflections on teaching cooperative

- inquiry-based science. *Research in Science Education*, 45(2), 171-191. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9418-x>
- Gold, B., Pfirmann, C., & Holodyski, M. (2020). Promoting professional vision of classroom management through different analytic perspectives in video-based learning environments. *Journal of Teacher Education*, 1-17. <https://doi.org/10.1177/0022487120963681>
- Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606-633. <https://doi.org/10.1525/aa.1994.96.3.02a00100>
- 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.
- InterAcademy Partnership (2010). *Taking inquiry-based science education into secondary education. A global conference*. IAP Science Education Program.
- Johnson, H. J., & Cotterman, M. E. (2015). Developing preservice teachers' knowledge of science teaching through video clubs. *Journal of Science Teacher Education*, 26(4), 393-417. <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9429-0>
- Kant, J. M., Scheiter, K., & Oschatz, K. (2017). How to sequence video modeling examples and inquiry tasks to foster scientific reasoning. *Learning and Instruction* 52, 46-58. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.04.005>
- Kapici, H. O., Akcay, H., & de Jong, T. (2019). Using hands-on and virtual laboratories alone or together—Which works better for acquiring knowledge and skills? *Journal of Science Education and Technology*, 28(3), 231-250. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9762-0>
- Khan, S., & Krell, M. (2019). Scientific reasoning competencies: A case of preservice teacher education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(4), 446-464. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00063-9>
- Kim, M., & Tan, A. L. (2011). Rethinking difficulties of teaching inquiry-based practical work: stories from elementary pre-service teachers. *International Journal of Science Education*, 33(4), 465-486. <https://doi.org/10.1080/09500691003639913>
- Krepf, M., Plöger, W., Scholl, D., & Seifert, A. (2018). Pedagogical content knowledge of experts and novices—What knowledge do they activate when analyzing science lessons? *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 44-67. <https://doi.org/10.1002/tea.21410>

- 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). Assessing students' ability in performing scientific inquiry: Instruments for measuring science skills in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 36(4), 413-439. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1421530>
- Lazonder, A., & Egberink, A. (2014). Children's acquisition and use of the control-of-variables strategy: Effects of explicit and implicit instructional guidance. *Instructional Science* 42, 291-304. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9284-3>
- Lederman, N. G. (2019). Contextualizing the relationship between nature of scientific knowledge and scientific inquiry: Implications for curriculum and classroom practice. *Science & Education*, 28, 249-267. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00030-8>
- 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>
- Martin, S., & Siry, C. (2012). Using video in science teacher education: an analysis of the utilization of video-based media. In B. Fraser, K. Tobin, C. McRobbie (Eds.), *Using video in science teacher education: an analysis of the utilization of video-based media by teacher educators and researchers* (pp. 417-433). Springer.
- McCoy, S., & Lynam, A. M. (2021). Video-based self-reflection among pre-service teachers in Ireland: A qualitative study. *Education and Information Technologies*, 26(1), 921-944. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10299-wv>
- 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>
- McDonald, S., & Rook, M. M. (2015). Digital video analysis to support the development of professional pedagogical vision. In B. Calandra, & P. Rich (Eds.), *Digital Video for Teacher Education* (pp. 21-35). Routledge.
- Muñoz-Franco, G., Criado, A. M., & García-Carmona, A. (2020). Investigating image formation with a camera obscura: A study in initial primary science teacher education. *Research in Science Education*, 50(3), 1027-1049. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9721-z>

- National Research Council [NRC] (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Nawani, J., Kotzebue, L., Rixius, J., Graml, M., & Neuhaus, B. J. (2018). Teachers' use of focus questions in German biology classrooms: A video-based naturalistic study. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(8), 1431-1451. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9837-z>
- Organization for Economic Cooperation and Development [OECD] (2019). *PISA 2018. Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- 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>
- 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>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Constantinou, 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>
- Radloff, J., & Guzey, S. (2017). Investigating changes in preservice teachers' conceptions of STEM education following video analysis and reflection. *School Science and Mathematics, 117*(3-4), 158-167. <https://doi.org/10.1111/ssm.12218>
- 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*, 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>
- Rosenthal, R. (1994). Parametric measures of effect size. In H. Cooper & L. V. Hedges (Eds.), *The handbook of research synthesis*. (pp. 231-244). Russell Sage Foundation.
- 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>
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 383-395). Lawrence Erlbaum.
- 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.
- 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>
- Solís-Espallargas, C., & Morón-Monge, H. (2020). How to improve sustainability competences of teacher training? Inquiring the prior knowledge on climate change in primary school students. *Sustainability*, 12(16), 6486.
<https://doi.org/10.3390/su12166486>
- Strauss, A., & Corbin, J. (2016). Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la Teoría Fundamentada. Universidad de Antioquia.
- Stylianides, A. J., & Ball, D. L. (2008). Understanding and describing mathematical knowledge for teaching: Knowledge about proof for engaging students in the activity of proving. *Journal of mathematics teacher education*, 11(4), 307-332. <https://doi.org/10.1007/s10857-008-9077-9>
- Toma, R. B. (2022). Confirmation and Structured Inquiry Teaching: Does It Improve Students' Achievement Motivations in School Science?. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 22(1), 28-41.
<https://doi.org/10.1007/s42330-022-00197-3>
- 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>
- 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), 744-763.
<https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1989645>

Appendix

Science Process Skill	Conceptual label	Description	
RESEARCH QUESTION	Collect	The research question should be based on observable facts and guide the collection of evidence or empirical data.	
	Discover	The research question invites you to investigate.	
	Methodological	The research question suggests processes or methodological aspects.	
	Researchable	A distinction must be made between searchable questions and non-searchable questions.	
	Start	The research question marks the beginning, and guides the objectives, of the inquiry process.	
FORMULATION OF INITIAL IDEAS	HYPOTHESES	Check	The hypotheses must be tested experimentally.
		Argue	The hypothesis tries to give possible explanations or scientific reasoning for the phenomenon or scientific process that is to be investigated.
		Various	The hypotheses are not unique, and it is possible to propose more than one for the same research question.
	PREDICTIONS	Argue	Predictions provide possible scientific arguments or reasoning related to the problem or question to be investigated.
		Opinion	A prediction is an opinion about what will happen with the problem or question being investigated.
		Cause-effect	The prediction uses cause-effect structures.
		Check	Predictions can be corroborated or refuted by the data and evidence derived from the research process.
		Experience	Previous evidence or experiences help formulate predictions of the problem or question to be investigated.

Science Process Skill	Conceptual label	Description
PLANNING AND EXPERIMENTATION	Coherent	The experimental design must be related to the research question posed.
	Design	Experimental design is a sequence of ordered steps.
	Execute	Experimenting involves carefully executing the proposed experimental design or planning.
	Instruments	When planning research one must differentiate between instruments to measure the independent variable and the rest of the materials needed to perform the inquiry task.
	Material	The experimental design should include the material needed to carry out the inquiry task.
	Organize	Planning involves considering how to collect and organize empirical data.
	Fairness	The planning of an investigation must emphasize the reliability of the same measures (taking into account control variables, repetition of the measurements, know-how with regard to using the instruments and materials).
	Variables	This includes the study variables that will allow us to give an answer to the research problem.
INTERPRETATION	Corroborate	The research is planned to verify the accuracy of the hypotheses or predictions made at the beginning of the investigation process.
	Compare	The analysis of the results involves comparing and contrasting the data and explanations between the different groups in the classroom.
	Conclude	The interpretation will allow us to solve the problem or answer the question that has been formulated for the investigation.
	Confirm	The interpretation of the results will help to corroborate the hypotheses and predictions made.
	Discuss	The discussion between the different members of the class group benefits the process of interpretation.
	Grid	Having the data organized in tables will facilitate the process of analysis and interpretation of the results.
	Vocabulary	Interpretation of results helps to develop scientific language.
	Model	Interpreting and analyzing data and results derived from an investigation involves constructing more advanced scientific models.

Science Process Skill	Conceptual label	Description
INTERPRETATION	Patterns	During interpretation, patterns should be found among the data collected, which analyze the relationships between the independent and dependent variables being studied.
	Graph	Graphical representations help to interpret the results.
	Understand	Interpreting involves reasoning and understanding the evidence obtained during the inquiry process.
OBSERVATION	Characteristics	Observing involves identifying characteristics and properties of scientific objects, materials and / or phenomena.
	Discern	Observing involves discerning between the characteristics or properties that are relevant to the research problem, and those that are not.
	Mind map	The information collected from observations should be presented in concept maps or diagrams to organize the ideas that are relevant to the problem that is going to be investigated.
	Vocabulary	The observation helps to introduce concepts and vocabulary related to a scientific topic.
COMMUNICATION	Answer	Communication involves responding to the research problem based on the evidence gathered.
	Dialog	Dialog and collaboration between pupils and teacher are essential during the communication process.
	Final	Through communication, the results (qualitative data, tables, graphs, etc.), the ideas, and the conclusions derived from the research are made known.
	Type	Different formats, materials, and visual resources can be used to communicate the results and conclusions of the research.
	Visual	Communication must be a visual, simple, and clear process.

6.2. Estudi 2

L'Estudi 2 té com a focus el grup experimental i segueix amb l'anàlisi de la informació del procés formatiu (O.E. 3, Taula 3). A més a més, avalua la pràctica docent dels DFI abans i després de la formació (O.E. 4, Taula 3). En l'anàlisi de dades es recull la freqüència i l'ordre d'aparicions de les categories pròpies d'habilitats científiques i d'ajuts pedagògics en les seves produccions/vídeos. En aquest estudi preexperimental es detecten patrons temporals (T-patterns) d'accions docents en les sessions de ciències implementades pels DFI.

6.2.1. Fitxa informativa de l'Estudi 2

Taula 6

Resum de la informació de l'article 2

Títol de l'article	<i>Video analysis of scientific inquiry in preservice teacher education: T-patterns identification</i>
Any	2023
Idioma	Castellà/ Anglès (britànic)
Volum	67
Pàgines	123-154
DOI	https://doi.org/10.12795/pixelbit.96894
Revista	Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación
ISSN/ eISSN	1133-8482 / 2171-7966
País	Espanya
Editorial/ Institució	Universitat de Sevilla
Àrees temàtiques i categories	Ciències Socials - Educació Ciències de la Computació - Xarxes i comunicacions informàtiques, Aplicacions en la informàtica, Sistemes d'informació
Indexacions	Scopus, JCR-ESCI, SJR, ERIH+, EBSCO, DOAJ, entre altres.
Factor d'impacte	Scopus Q1 – 5.6 CiteScore 2022

6.2.2. Text complet de l'Estudi 2

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

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]. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 67, 123-154. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.96894>

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 have 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. 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 centered on video analysis and its impact on PTs' scientific inquiry teaching practices. With this purpose, two research questions are posed:

- What science process skills and scaffolds do PTs identify in the video analysis of an educational reference practice on scientific inquiry?
- 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):

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).

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.

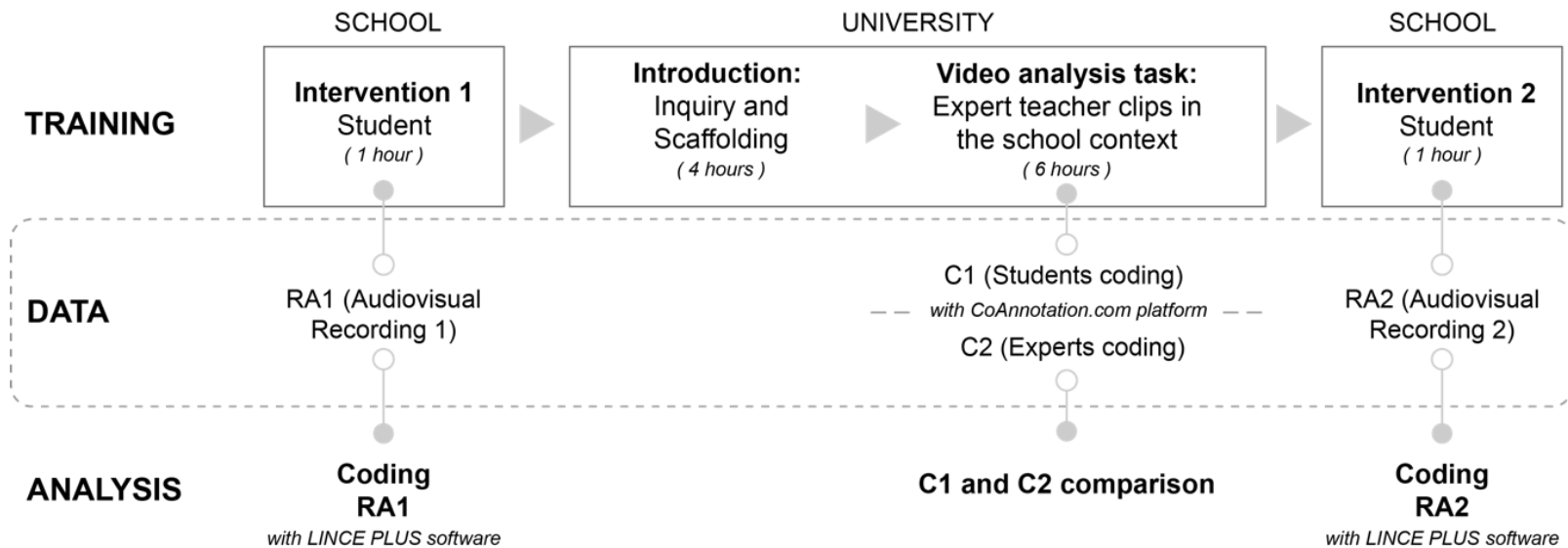
Video analysis task (C1). The PTs performed the online video analysis using the CoAnnotation.com platform. Taking Goodwin (1994, 2015) and Sherin and van Es (2005) as referents, the PTs were asked to: a) watch the clip, b) look at the beginning and end of a sequence (unit of analysis) in which they should 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.

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 (Krippendorff, 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 Skills coded by the experts (f % PTs agreement)	Scaffoldings coded by the experts (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. The teacher guides pupils using different scaffolding means to remind them of scientific concepts and real-life experiences related to magnetism.	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. 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)

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.	7.1 (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. 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

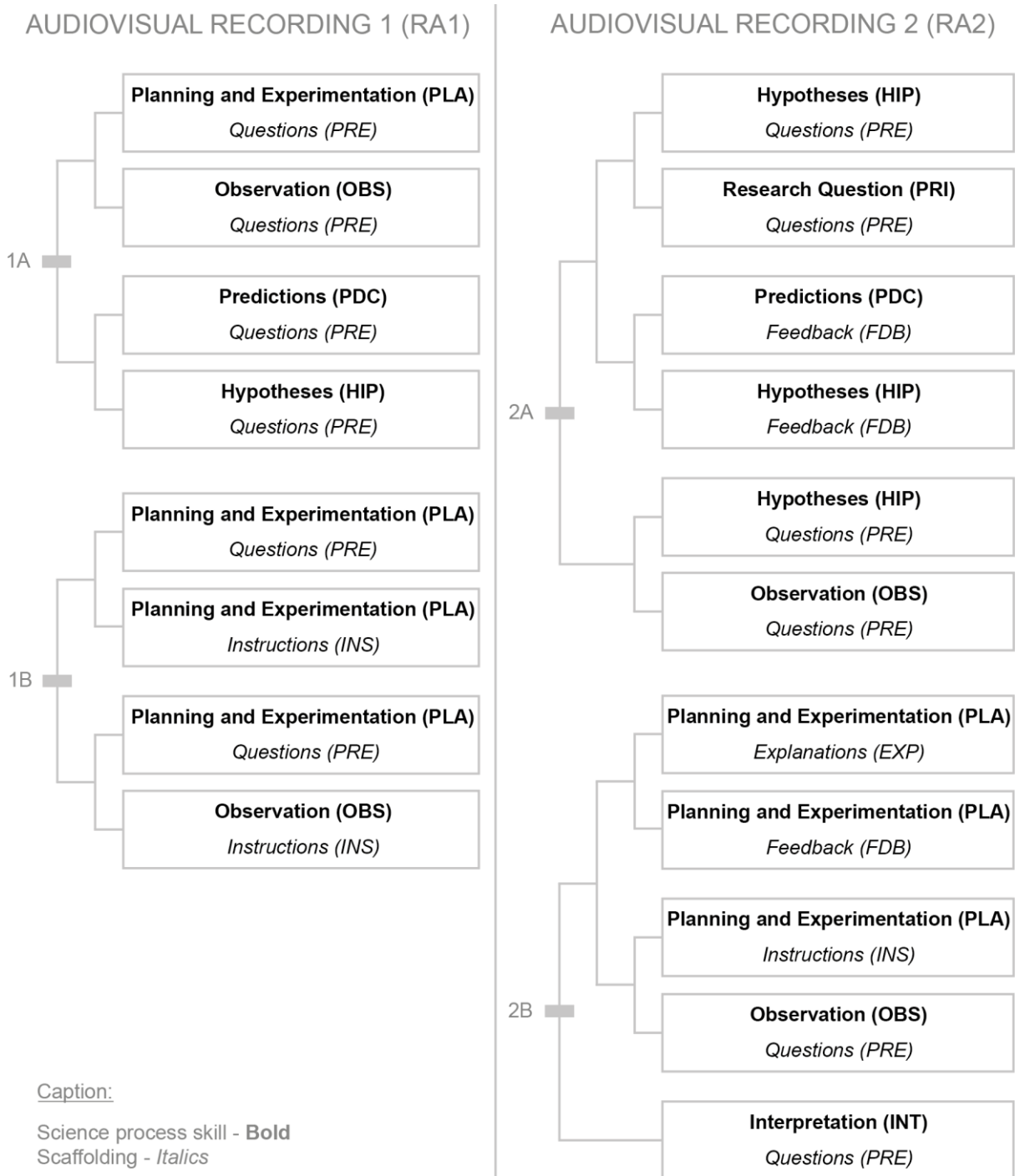
Relative frequency between the simultaneous use of science process skills and scaffolding means implemented by PTs in their RA1 and RA2 inquiry practices

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 & Sørvik, 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/0.1016/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>
- Özgelten, 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 pandèmia 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., Constantinou, 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). LINC 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>

6.3. *Estudi 3*

En realitzar aquests estudis es detecta la necessitat d'un instrument d'observació de classes fiable per a avaluar l'acció docent dels DFI a l'aula amb un enfocament pedagògic i multidimensional. D'aquí sorgeix l'Estudi 3, de caràcter més metodològic, el qual analitza, a través d'una anàlisi factorial confirmatòria (CFA), la validesa de l'instrument FIR-THOR per avaluar la pràctica docent dels DFI a l'aula d'Educació Primària (O.E. 5, Taula 3). A través d'enregistraments de vídeo, es va poder analitzar l'activitat professional dels DFI a l'escola durant la pandèmia. Es va escollir el FIR-THOR com a instrument que presenta categories àmplies que sintetitzen dimensions de propostes anteriors: l'*Avaluació*, la *Gestió de l'aula* i la *Instrucció* (Bell et al., 2019; Good et al., 2006). A més, és un instrument que ja havia estat sotmès a una anàlisi factorial exploratòria, que va permetre reduir-lo i convertir-lo en una eina més manejable i eficient, facilitant la recollida de dades (Coiduras et al., 2020).

Cal destacar que aquest estudi consta d'una mostra de participants diferenciada de la resta d'estudis, ja que no es centra en el procés formatiu dissenyat, sinó en trobar un instrument adequat per a estudiar els resultats derivats del projecte de la tesi. A més a més, és important destacar que aquest estudi que forma part de la tesi també es relaciona amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible 2030, en concret, amb l'objectiu 4 referent a l'educació de qualitat. En aquest es contempla el tancament dels centres educatius com a mesura durant la pandèmia, fet que va dur a iniciar la Coalició Mundial per a l'Educació COVID-19. Aquesta coalició aspirava a ajudar a mobilitzar recursos i implementar solucions innovadores i adequades al context de promoció de l'educació a distància, tot aprofitant els enfocaments d'alta, baixa o sense tecnologia (Naciones Unidas, 2019). Per a garantir que l'aprenentatge no s'aturés, els tutors de pràctiques de la Facultat d'Educació, Psicologia i Treball Social va creure necessari seguir aquest mateix objectiu. Així doncs, es va seguir amb les observacions i seguiments dels estudiants en pràctiques, tot i no poder accedir a les escoles quan aquestes van reobrir, a través de gravacions en vídeo. Com a resultat d'aquesta estratègia, es va garantir que l'educació mai s'aturés i que els DFI seguissin la seva formació professional amb una tutorització ininterrompuda.

6.3.1. Fitxa informativa de l'Estudi 3

Taula 7

Resum de la informació de l'article 3

Títol de l'article	<i>Evaluation of preservice teachers' performance in school through video observations during the COVID-19 pandemic</i>
Any	2023
Idioma	Anglès (britànic)
Volum	12
Número	2
Pàgines	851-863
DOI	https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.851
Revista	European Journal of Educational Research
eISSN	2165-8714
País	Estats Units d'Amèrica
Editorial	Eurasian Society of Educational Research
Àrees temàtiques i categories	Ciències Socials - Educació
Indexacions	Scopus, SJR, ERIC, ERIH+, EBSCO, entre altres.
Factor d'impacte	Scopus Q2 – 3.0 CiteScore 2022

6.3.2. Text complet de l'Estudi 3

Evaluation of preservice teachers' performance in school through video observations during the COVID-19 pandemic

Peguera-Carré, M. C., Coiduras, J., Aguilar, D., & Blanch, A. (2023). Evaluation of preservice teachers' performance in school through video observations during the COVID-19 pandemic. *European Journal of Educational Research*, 12(2), 851-863. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.851>

Abstract

Lesson study, observation and analysis are relevant to professional development and initial teacher education. As a strategy, it helps to bridge the gap between theory and practice. The health conditions brought on by the COVID-19 pandemic forced the restriction of the tutors' direct observation of preservice teachers at school. This study analyses preservice teachers' performance through video observations to evaluate their professional activity at school during the COVID-19 pandemic. The Fifteen Items Revised Tsang-Hester Observation Rubric (FIR-THOR) was administered to a sample of 166 preservice teachers in their internship schools and their video recordings each one of 45-minute teaching lessons were analysed. The results show that the FIR-THOR appears as a robust instrument, which allows us to conclude that the instrument works well in the three five-items dimensions that compose it - Instruction, Management, and Assessment - proving to be reliable for assessing teacher intervention in the classroom. Among the three dimensions, the preservice teachers' performance stands out in the Management of the classroom, as well as in the classroom Instruction. This contribution is relevant considering the potential of lesson analysis in learning and professional development during initial teacher training.

Keywords: *Observation, preservice teachers, rubrics, student evaluation, teacher education.*

Introduction

Observation and Evaluation of Preservice Teachers

One of the main concerns in the training of preservice teachers (PTs) is to progressively guarantee the development of teaching skills. For example, the observation of teaching performance in real situations provides valuable information for monitoring teacher learning and building formative feedback (de Grift et al., 2014; Roegman et al., 2016). It allows understanding PTs' instruction by evaluating high-leverage practices (Ball & Forzani, 2009; McDonald et al., 2013), core practices (Grossman et al., 2009) and approaches to practice (Kazemi et al., 2016). Thus, it informs about the adequacy and consistency of the formative programs in the university and the adaptations that can be agreed upon to better support the teaching practice.

Different studies have been focused on analysing observation practices to collect reliable information regarding different aspects of PTs' teaching practices and their achievements in order to improve instructional quality (Begrich et al., 2021; Lavigne & Good, 2015). Observation protocols and instruments are required to assess specific teaching aspects of instructional intervention in the classroom (Hill et al., 2012; Liu et al., 2017). There are different observation frameworks that allow conceptualising teaching from different perspectives, through generic or content-specific dimensions or with a combination of both (Charalambous & Praetorius, 2018). In the review of Klette and Blikstad-Balas (2018), they analysed coding and observation manuals and detected common generic dimensions: instructional format and clarity, cognitive challenge, evaluation, teachers-student interactions and classroom management. An example of an observation tool is the Tsang-Hester Observation Rubric (THOR), which evaluates PTs' classroom management, instruction, and assessment (Good et al., 2006).

These observations can be translated into a score useful for improvement-oriented feedback in individual teacher evaluation or for research purposes (Bell et al., 2019). For instance, Kraft and Blazar (2017) highlight how the observations were useful for providing individualised advice to both in-service and PTs as feedback for planning their classroom interventions. Nevgi and Löfström (2015) and Lasagabaster and Sierra (2011) also emphasise that observation should not be detached from classroom reality, encouraging practice reflection which could arise strategies to improve teaching.

Evaluation at Practicum through Video Observations

Video observations are being increasingly used to analyse teaching and learning situations from the teachers' and students' perspectives at the same time (Fischer & Neumann, 2012).

Video recordings allow knowing in a quite realistic way specific professional situations, such as the development of the lesson in the class, in order to bring the university training closer to the PT's activity. In particular, this resource allows for the formative evaluation of teaching practice and the promotion of the tutor's dialogue and feedback with the PTs (Gaudin & Chaliès, 2015; Richards et al., 2021). Video observations also register non-verbal aspects of interactions, gestures, facial expressions and movements in space that are not observable by other methods (Krug, 2009).

On the one hand, video recordings serve to address one's own lessons or check one's own behaviour to stimulate personal teacher development and reflection on PTs' self-observation (Dalehefte & Kobarg, 2013; van Es et al., 2017). On the other hand, video recordings are advantageous because they can be paused in order to make annotations or rewind to repeat a part for a better understanding. Another advantage is that videos can be evaluated by different observers, PTs, the academic tutor or the school mentor. Moreover, video recordings bring the opportunity of studying the same part with a different analytical approach (Blikstad-Balas & Sørvik, 2015; Jewitt, 2012), and it makes the analyses of teaching situations more precise via smaller intervals (Klette & Blikstad-Balas, 2018).

However, video observations of PTs' performance also have some limitations that should be considered (Blomberg et al., 2013; Chen et al., 2020; Goldman et al., 2007). First, the video data could be limited compared to in situ classroom observations (Sherin, 2003). Moreover, as Krammer et al. (2006) mentioned, one disadvantage of video observations is that it exposes an image of reality that is based on a partial vision of the scene, affected by the focus and the angle of the camera. Furthermore, video is presumed to illustrate an objective view of classroom situations, but the filter of the viewer's background could affect the objectivity of the observational task (Miller & Zhou, 2007).

Overall, the combination of video and video annotations through observations brings the opportunity to review, analyse and reflect on classroom practices to explore the pedagogical development (Gazdag, et al., 2019). Furthermore, the credibility of observations should improve via quality-control strategies, such as reliability testing, member checking and secondary analysis. Video observations supported by coding instruments foster univocity and clarity in the analysis, so it brings renewed interest in observation instruments and their systematic testing of validity (Rich & Hannafin, 2009). Some instruments, such as the Classroom Assessment Scoring System (Pianta et al., 2008) and the Danielson's Observation Scale (Danielson, 1996, 2013; Tournaki et al., 2009), have been already used with video recordings of lessons to assess teaching practice and curriculum development.

The present situation with the COVID-19 pandemic made observations through video become more important because it allowed university tutors to access classrooms without attending in person in order to evaluate PTs' performance (Moyo, 2020). In this context, university tutors faced unforeseen needs and challenges (Hodges et al., 2020), adopting emergency solutions, with the aid of available digital tools (Williamson et al., 2020).

Present Study

The COVID-19 pandemic and the abrupt decision of having closed groups during 2020-2021 created an assessment necessity of change concerning PTs on practicum. This recent and exceptional situation implies a research gap and few studies have tackled the assessment of PTs during their practicum in the schools. Emergent research has been mainly focused on written feedback or reflective practice and critical discussions via online platforms to follow the practicum (Murtagh, 2022; Prilop et al., 2019).

The objective of the present study was to analyse the PTs' performance through video recordings for assessing their professional activity at school during the pandemic. Thus, this study describes an alternative strategy of assessment to measure the skills that PTs had developed. The proposal of the Fifteen Items Revised Tsang-Hester Observation Rubric (FIR-THOR) (Coiduras et al., 2020) was implemented for evaluating remotely PTs' performance in primary education classrooms. This instrument was chosen because it proposes broad categories that synthesise dimensions of previous proposals: classroom management, instructions and assessment (Bell et al., 2019; Good et al., 2006). Besides, it is a more manageable and efficient tool, which facilitates data collection to a greater extent (Coiduras et al., 2020). This leads us to the research question of the present study:

Do video recordings combined with the FIR-THOR instrument allow to analyse the PTs' performance at school?

Methodology

This study is focused on the PTs' professional activity at school during the COVID-19 pandemic. Specifically, the FIR-THOR instrument was applied to assess their school performance through videos, and a Confirmatory Factor Analysis (CFA) was used to validate the instrument.

Participants

The participants in this study were 166 PTs (60,24% females; mean age between 19 and 21 years old) enrolled in the 2020-2021 academic year. They were in their first ($n = 54$), second ($n = 54$) and third year ($n = 58$) of the Primary Education Degree in a dual-system of a southern European University. PTs teachers in the current dual-system attend, from 1st to 4th years of the degree, 40% of the face-to-face activity in schools. In the 1st year, participants of this study develop their

practices in urban schools of medium or high socioeconomic status, in the 2nd year they attend rural schools where pupils of different ages are taught together and, in the 3rd year, they attend urban schools with high diversity and located in a disadvantaged socioeconomic context.

Instrument

The fieldwork for this study was based on the videos recorded by the PTs of one of their lessons during their practicum. PTs needed to fulfil the following conditions and technical aspects of their video recordings, of which they were informed before their performance. They should take into account the location of the camera and its horizontal framing to show all the participants in the class; the image conditions, without backlighting, lack or excess of lighting; the audio, avoiding background sounds and not placing the camera too far away, in order to be able to hear the voices of the transmitters correctly. Finally, it was requested that the recordings should be a sequential shot of approximately 45 minutes, without cuts or edition, and, it was asked to deliver the video in MP4, MOV, WMV or AVI format with a minimum resolution of 720 pixels (1280 x 720).

The video recordings were evaluated with the FIR-THOR instrument by the university tutor. The instrument comprehends three five-items dimensions (Coiduras et al., 2020): Instruction, Management, and Assessment (Appendix). The instrument was translated into Catalan language bearing in mind the equivalence of item meaning (Blanch & Aluja, 2016) and showed generally robust reliability and validity psychometric properties (Coiduras et al., 2020). The three five-items dimensions were assessed on a five-point Likert scale. Instruction addresses the implemented strategies and activities, the quality and appropriate use of teaching resources, the questions for cognitive activation, the connection of pupils with the content for a deeper understanding, and the PTs' motivation when conducting the lesson. The Management dimension relates to the classroom environment, participation and student engagement that favours a productive learning activity. The Assessment dimension taps into the planning of the pupils' evaluation and the communication in the classroom of the lesson objectives and the evaluation criteria.

Data Collection and Scoring

The video recordings were analysed by four university tutors, two of them authors of the present paper, during 2020-2021. These tutors previously expressed their agreement with the type of analysis to be performed and also to participate in the study. At that time, schools restricted visitors because of the COVID-19

pandemic. Thus, tutors collected school-based material for the assessment of the PTs' competence through video recordings. PTs and tutors signed the data protection and legal authorisation document for the recording of children. After obtaining informed consent and image rights as university students and with the school authorisation, PTs were recorded on video while performing 45-minute teaching lessons to primary education students. Figure 1 presents an excerpt of the initial part of one of the PTs' video-recorded lessons at a school.

Figure 1

Excerpt of a PT's Lesson Video Recording (Peguera, 2022)

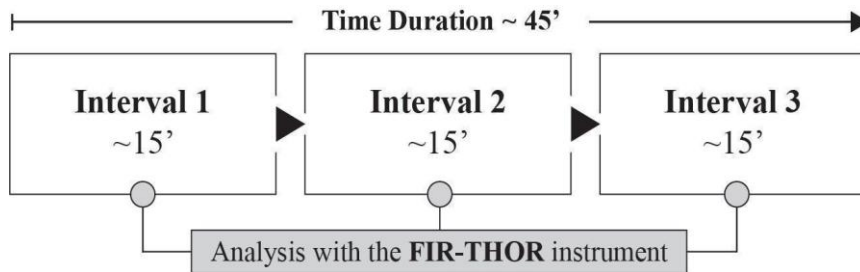


In order to be included as a participant in the present study, PTs needed to fulfil the following criteria: (a) submission of a video of a lesson conducted in the primary education classroom and the corresponding syllabus design; (b) appropriate technical conditions of the video recording in terms of sound and image; (c) acting in the classroom intervention as the only teacher and without their mentor assistance. In the end, the video recordings of 166 different PTs were included in the current study.

To analyse the PTs' performance, all lesson video recordings were subdivided into three equal intervals of approximately 15 minutes each (Figure 2). Each interval was analysed with the FIR-THOR instrument (Appendix). Therefore, all items of the three five-items dimensions were assessed in all the three intervals to discriminate possible fluctuations during the PTs teaching practice.

Figure 2

Video Recording Evaluation Process with the FIR-THOR Instrument at Three Observation Intervals



The four tutors, all of them university lecturers involved in PTs' tutoring and pedagogical research, were trained for the scoring of the test task. To reach an interrater consensus for the assessment of the video recordings using the Appendix instrument, an iterative process with successive rounds was performed. Using videos of the sample with a variety of course levels and subjects taught, the four researchers discussed the evaluation of the items and, in the last round, an agreement superior to .80 was reached. Where there was some discrepancy, they discussed the meaning of that item to reach a total agreement.

Data Analyses

The mean scores across the three observation intervals were evaluated with an ANOVA repeated measures approach (F -test). Post-hoc Tukey multiple comparisons of the mean scores at each interval were additionally estimated to contrast the specific interval points with statistically significant differences (Tukey, 1949). The null hypothesis here was that the means across the three observation intervals were equal.

A CFA was conducted for the data obtained with the FIR-THOR instrument in each of the three observation intervals shown in Figure 2 (Bollen, 1989). This model was specified with three correlated latent variables corresponding to the Instruction, Management, and Assessment dimensions (Coiduras et al., 2020). Each of the three latent factors was measured with their corresponding five items. Preliminary analyses suggested an abnormally high modification index concerning the correlation between items 1 (A1) and 2 (A2) in the Assessment dimension. Therefore, all analyses were conducted with both items being specified as correlated (Blanch & Aluja, 2009; Byrne, 2001). Normality assumptions were met by all items in the evaluated instrument, with skewness

and kurtosis values lower than 1. The only exception was item 1 in the management dimension, which showed two outliers that would be unlikely to alter the main outcomes of the CFA conducted in the current study.

Model evaluation was conducted with the χ^2 value, the comparative fit index (CFI), the Tucker-Lewis Index (TLI), the root mean square error of approximation (RMSEA), and the standardised root mean square residual (SRMR). Low and non-significant values in the χ^2 , values above .90 in the CFI and the TLI, and values below .09 in the RMSEA and the SRMR are generally considered supportive of an acceptable fit to the observed data (Hu & Bentler, 1999). The three CFA models were estimated with the maximum likelihood method from the lavaan package R software (R Development Core Team, 2014; Rosseel, 2012).

Results

Descriptive Analyses

Table 1 and Appendix show the descriptive statistics for the Instruction, Management, and Assessment items and dimensions across the three observation intervals, obtained with the new FIR-THOR instrument. Cronbach's alpha internal consistencies were fair for Instruction and Assessment and high for Management.

Table 1

Mean, Standard Deviations, Cronbach's Alpha Internal Reliability (α), and ANOVA of Repeated Measures

	Interval 1			Interval 2			Interval 3			F
	M	SD	α	M	SD	α	M	SD	α	
Instruction	18.7	4.2	.8	18.1	4.4	.8	17.4	4.5	.8	3.61*
	8	3	3	0	4	7	8	7	6	
Management	21.8	3.6	.8	21.0	3.9	.9	20.2	4.7	.9	6.32**
	4	6	8	4	9	1	3	0	3	
Assessment	16.8	4.2	.8	16.4	4.3	.8	16.5	4.2	.8	.32
	1	9	2	5	3	2	2	8	0	

* $p < .05$, ** $p < .01$.

The mean scores in the three dimensions decreased from Interval 1 to Interval 3. An analysis of variance for repeated measures (ANOVA) indicated that these decrements were statistically significant for the Instruction ($F(2,495) = 3.61$, $p = .0279$) and Management dimensions ($F(2,495) = 6.32$, $p = .0019$), but non-significant for the Assessment dimension ($F(2,495) = .32$, $p = .7260$). The Tukey multiple comparisons of means indicated a significant difference of 1.30 for

Instruction (95% CI = [.16, 2.44], $p = .0204$), and a significant difference of 1.61 for Management (95% CI = [.55, 2.68], $p = .0012$).

Confirmatory Factor Analysis

Figure 3 shows the CFA for the FIR-THOR instrument at three observation intervals. The correlations amongst the latent variables were also highly significant ($p < .001$). Nonetheless, these correlations were larger between the Instruction and Assessment dimensions (.83, .84, and .82). The correlations between the residual terms of items 1 (A1) and 2 (A2) in the Assessment dimension were also highly significant (.36, .40, .33, $p < .001$). The standardised factor loadings were also highly significant.

Table 2 shows the fit indices of the models obtained at Interval 1, Interval 2, and Interval 3. The evaluation of these models highlights a fair model fit throughout the three observation intervals. Despite the statistical significance of the three chi-square values, the CFI, TLI, RMSEA, and SRMR values ranged within acceptable standards (Hu & Bentler, 1999), with a somewhat evident deterioration in model fit from Interval 1 to Interval 3. The FIR-THOR instrument, however, appears as a robust instrument to evaluate teacher performance observed through video recordings.

Figure 3

CFA of the FIR-THOR Instrument at Three Observation Intervals. Standardised Factor Loadings and Latent Factor Correlations were Significant at the $p < .001$ Level (The Three Values Indicate the Correlations and Factor Loadings at Interval 1, Interval 2, and Interval 3, respectively)

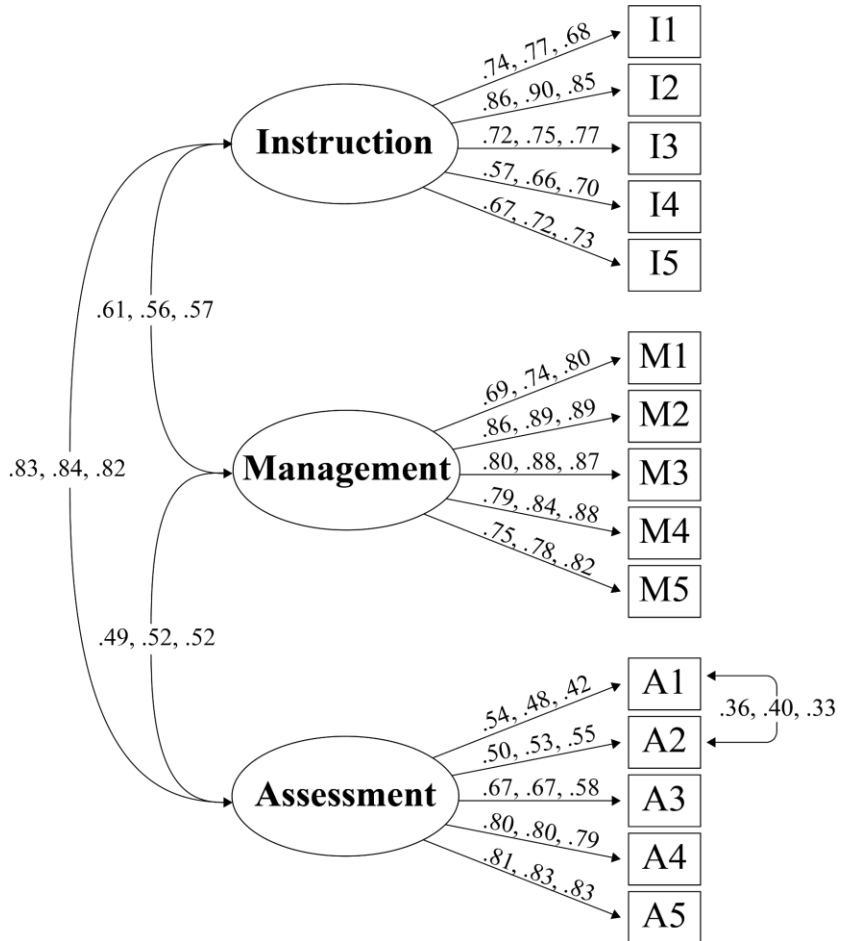


Table 2

Fit Indices of the CFA Model at the Three Evaluation Moments (Interval 1, Interval 2, and Interval 3). There were 86 Degrees of Freedom for Each of the Three CFAs, and the Three Chi-Square Values were Significant at the $p < .001$ Level

Fit index	Interval 1	Interval 2	Interval 3
χ^2	160.18	171.80	205.15
CFI	.929	.932	.905
TLI	.914	.918	.896
RMSEA	.080	.086	.103
SRMR	.077	.068	.082

Discussion

Classroom lesson observation has emerged over the last decades as a pivotal tool for improving the professional skills and knowledge base of PTs and in-service teachers at all stages of their careers (O’Leary, 2012, 2013, 2020). The pandemic situation made it impossible to obtain substantial and realistic information on the achievements of the PTs for their evaluation and consequent feedback. The combination of video recording and evaluation with FIR-THOR (Table 2 and Figure 3) has provided an emergency solution with a reliable response to the encountered constraints (Hodges et al., 2020).

In this study, the PTs’ performance was analysed through video recordings evaluated with the FIR-THOR instrument. The obtained results suggest that video observation combined with this instrument can be implemented as an alternative evaluation strategy in the initial teacher training.

Observations through video recordings provided a digital approach to the PTs’ assessment process. Video recordings had helped the tutors to return, if needed, multiple times to moments of interest of the PTs’ performance when difficulties or doubts arose during the evaluation. This allowed the observation of the same scene several times to analyse in more detail how the events unfolded in the teaching performance (Spiro et al., 2007). Comparatively, *in vivo* observations tend to be more complicated since the tutor’s attention is divided, looking alternately and not simultaneously at the PT and the observation grid. Videos facilitated the viewing by pausing the action in order to make a more precise annotation. However, digital images provide a fixed point of view which leads to a loss of contextual information about the classroom lesson in comparison to *in vivo* observations. Recordings were mainly focused on the PTs’ performance, but actions that took place outside of the video scene, i.e., interactions between pupils were missed since there was a limitation to capture everything that happened in the classroom (Blomberg et al., 2013; Krammer et al., 2006; Sherin, 2003). This limitation could be reduced in some situations by using more than one camera to record the lesson or by giving background information (Begrich et al., 2021; Miller & Zhou, 2007).

Results from the implementation of the FIR-THOR showed it as a robust strategy to evaluate PTs performance (Figure 3 and Table 2), even when used under the pandemic exceptional circumstances. With the three five-items dimensions proposed by Coiduras et al. (2020) the observation is focused on a set of main aspects of the teacher performance which facilitates its use, even by students.

This study confirmed that the instrument was able to represent the three teaching dimensions and it appeared as valid and reliable to assess PTs' teaching performance through video recordings.

Concerning the PTs' achievements and performance, there were medium to high scores on the three dimensions during the three assessed intervals (Table 1).

Management consists of creating a scenario favourable to learning, of positive coexistence, and of relationships based on respect and of the student's commitment to the activity (Bear, 2015; Danielson, 2013; Evertson & Weinstein, 2006; Yang et al., 2018). Management yielded the highest score during the three observed intervals ($M = 21.84, 21.04, 20.23$, respectively). It was observed that PTs created safe and stimulating learning environments, with a positive climate of mutual respect and supportive communication. For example, the following transcribed excerpt of one of the videos evidences these aspects:

PT 1: Today we will test all that we have learned and what we have just seen that we remember quite well. [Pupil 1 raises the hand] Yes?

Pupil 1: I have a Conan comic book.

PT 1: That's good. And do you like reading comics?

Pupil 1: Yes.

PT 1: More than novels? Why?

Pupil 1: Because they have more action, more drawings...

PT 1: All right. So look, today we will make our own comic book with a picture that you will take from this box. For example, this picture is from Magnolia park.

(Excerpt from a Video Sample #1)

In this situation the PT attended to pupils' participation, encouraged dialogue and took advantage of their sporadic interventions to draw out further concepts about the taught topic. This also helped pupils to feel confident and comfortable. Good et al. (2006) highlight that, under these conditions, PTs tend to have a good relationship with pupils and, thus, favourable learning environments are promoted.

The Instruction dimension assesses the way PTs conducted the teaching and supported the learning process (Baumert et al., 2010; Osborne et al., 2015). This dimension scored a bit lower than Management in all the three assessed intervals ($M = 18.78, 18.10, 17.48$, respectively). In the Instruction dimension, PTs showed the highest scores when showing their conviction and energy during the lesson. Probably, the fact of being observed and evaluated could act as a further catalyst

for promoting PT's motivation (Smith & Coombs, 2003). Other assessed items related to the content knowledge, the formulation of questions, the use of examples, models or visual representations showed room for improvement. Most of the observed PTs showed a lack of in-depth understanding when introducing new or difficult concepts in agreement with their short teaching experience. As Ball et al. (2008) argue "teachers who do not know a subject well are not likely to have the knowledge they need to help students learn this content" (p. 404). They ask relevant questions with an instructional intent, but with a formulation that does not mostly promote thoughtful responses, which is probably in consonance with the observed lack of in-depth content knowledge (Venkat et al., 2014). For example, the following transcribed excerpt of one of the videos evidences the formulation of questions:

PT 2: What is the process of getting a chick out of an egg called?

Pupils: Incubation.

PT 2: Incubation, very good, and what are we going to use for incubation?

Pupils: The incubator.

PT 2: An incubator. All right, so now, I'm going to hand you the incubator, you will observe it and tell me what features you see of the incubator.

(Excerpt from a Video Sample #2)

In this excerpt the PT tries to promote pupils' ideas related to a science topic, although the formulated factual questions only encourage, at first, short answers. Enhancing the core practice of questioning during the initial teacher training could help PTs to provide pupils with more opportunities to further understand the taught content (Bell et al., 1985; Hackenberg, 2005; Harlen, 2001).

The classroom Assessment items relate to the review of previous learning, verification of understanding and the kind of feedback provided to pupils to improve learning (Black & William, 1998, 2010). This dimension showed the lowest scores during the three observed intervals (M = 16.81, 16.45, 16.52, respectively). These results could be explained by a low systematisation of the assessment tasks in comparison with the other observed dimensions. The assessed videos highlight that PTs plan a set of criteria and standards for evaluating their lessons, but with a lack of clear guidelines and rubrics. It is also observed that they use to provide general feedback without answering the individual needs of the pupils in the classroom. As Acar-Erdol and Yıldızlı (2018) and Herzog-Punzenberger et al. (2020) remark, this kind of assessment process only provides a partial estimation of the pupils' learning achievements, which could hinder the adaptation of the teaching tasks to the diversity found in class.

It is interesting to highlight the evolution of the scores in each dimension of the lesson. Scores dropped significantly from Interval 1 to 3 in Instruction and Management, but this decrease was not significant in Assessment (Table 1). Regarding Management this could be explained by a decrease in the PTs' communication ability with pupils in moments of autonomous work dynamics and implementation of strategies. Also, in some cases, a decrease in attention has been observed, which means tiredness and fatigue appeared during prolonged teaching sessions. This could explain this progressive deterioration of the scores in the Management dimension. Regarding Instruction, we have observed that in Interval 3 the PTs end the lesson with a synthesis-evaluation of the learning achieved and of the processes and dynamics. In some cases, the session ends with explanations that do not directly connect with the importance of the content and its relationship with other subjects previously worked on, which has resulted in lower scores in the last interval of the Instruction dimension.

Conclusion

The purpose of this study was to analyse the PTs' performance through video recordings of their professional activity at school during the pandemic. PTs evaluation combining video recordings with the FIR-THOR has been proven to be a valid and reliable strategy for teacher training. The results showed that PTs had high scores on the Management and Instruction dimensions. Although PTs scored well also on the Assessment items, this study highlights that the use of classroom assessment strategies will continue to be a challenging task in teacher preparation programs (Battistone et al., 2019). Thus, video observations allowed us to study the dimensions and elements involved in teaching to obtain evaluative feedback. Besides, video observations with the FIR-THOR offered the study new possibilities for analysing experiences in school classrooms in relation to planning, teaching and group management.

Recommendations

The outcomes from this study highlight that the video approach made PTs' observations more flexible and not limited by distance, space, and time. Video observation helped tutors to assess PTs' performance under the exceptional circumstances derived from the pandemic.

The combination of the FIR-THOR and video is a valid strategy for analysing and studying lessons performed at school. It contributes to the quality of the practicum by providing PTs with learning environments in which they have the opportunity

to reflect on theory and practice simultaneously. Therefore, there is a potential to be explored in initial and permanent training. This analysis strategy can contribute to the theoretical component of knowledge based on research that is needed in teacher training. Moreover, the derived analyses open the opportunity to review the instructional sequence, in an exercise that helps to reflect on the planning and intervention already performed in the classroom. As Kramer et al. (2020) and Zaragoza et al. (2021) indicate, teaching programmes need to take into account this connection of theoretical knowledge with practice.

The use of these tools promotes reflection and feedback through dialogue between PTs and the different agents involved in teacher education. Feedback from mentors and peers might be beneficial for the teaching procedures' awareness and self-regulation, which, as Ronen (2022) highlighted, are relevant to professional teacher development.

Finally, PTs should be encouraged to use different tools to support their observations and reflections on their practice. Observations based on criteria of teaching performance should support them to identify strengths and explicit opportunities for improvement to be addressed in a constructive conversation, focusing on the specific performance in real life.

Limitations

Although the instrument proved its consistency, the study has a reduced sample size limited by the COVID-19 pandemic. Another limitation is that the participants of this study come from a specific region and not an international study. Future studies may be done in collaboration with other countries or research settings to obtain more generalised data about lesson instruction' written reflections.

Acknowledgements

The authors are grateful to the school principals, teachers, parents and pupils, and also the preservice teachers, for their permission and assistance to collect the data in the classrooms during the COVID-19 pandemic.

Funding

The authors would like to acknowledge the support received for this research (2017 ARMIF 00028 and 2020 ARMIF 00019) from the Agència d'Ajuts per a la Recerca i Universitats (AGAUR) and from the Catalan Departament d'Economia

i Societat del Coneixement, as well as the help of the University of Lleida in the Program of Research Promotion 2019. This research was performed within the Competences, Technology and Society in Education Research Group (COMPETECS, 2021 SGR 01360).

Authorship Contribution Statement

Peguera-Carré: Conceptualisation, Methodology, Formal analysis, Investigation, Data Curation, Writing - Original Draft, Writing - Review & Editing, Visualisation, Project Administration. Coiduras: Conceptualisation, Investigation, Resources, Writing - Review & Editing, Supervision, Project Administration, Funding acquisition. Aguilar: Conceptualisation, Resources, Writing - Review & Editing, Supervision, Funding acquisition. Blanch: Methodology, Software, Validation, Formal analysis, Writing - Review & Editing.

References

- Acar-Erdol, T., & Yıldızlı, H. (2018). Classroom assessment practices of teachers in Turkey. *International Journal of Instruction*, 11(3), 587-602. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11340a>
- Ball, D. L., & Forzani, F. M. (2009). The work of teaching and the challenge for teacher education. *Journal of Teacher Education*, 60(5), 497-511. <https://doi.org/10.1177/0022487109348479>
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Battistone, W., Buckmiller, T., & Peters, R. (2019). Assessing Assessment Literacy: Are new teachers prepared to assume jobs in school districts engaging in grading and assessment reform efforts? *Studies in Educational Evaluation*, 62, 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.04.009>
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y. M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133-180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Bear, G. G. (2015). Preventive and classroom-based strategies. In E. T. Emmer, & E. J. Sabornie (Eds.), *Handbook of classroom management* (pp. 15-39). Routledge.

- Begrich, L., Kuger, S., Klieme, E., & Kunter, M. (2021). At a first glance—How reliable and valid is the thin slices technique to assess instructional quality? *Learning and Instruction*, *74*, Article 101466. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101466>
- Bell, B., Osborne, R., & Tasker, R. (1985). Finding out what children think. In R. Osborne, & P. Freyberg (Eds.), *Learning in science: The implications of children's ideas* (pp. 151-165). Heinemann.
- Bell, C. A., Dobbelaer, M. J., Klette, K., & Visscher, A. (2019). Qualities of classroom observation systems. *School Effectiveness and School Improvement*, *30*(1), 3-29. <https://doi.org/10.1080/09243453.2018.1539014>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, *5*(1), 7-74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Black, P., & Wiliam, D. (2010). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, *92*(1), 81-90. <https://doi.org/10.1177/003172171009200119>
- Blanch, A., & Aluja, A. (2009). Validation study of the Spanish Version of the Work-Family Conflict Questionnaire (CCTF). *Spanish Journal of Psychology*, *12*(2), 746-755. <https://doi.org/10.1017/S1138741600002110>
- Blanch, A., & Aluja, A. (2016). Text mining a self-report back-translation. *Psychological Assessment*, *28*(6), 750-764. <https://doi.org/10.1037/pas0000213>
- 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://bit.ly/4280gkL>
- Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118619179>
- Byrne, B. (2001). *Structural equation modeling with AMOS. Basic concepts, applications, and programming*. Lawrence Erlbaum.
- Charalambous, C. Y., & Praetorius, A. K. (2018). Studying mathematics instruction through different lenses: Setting the ground for understanding instructional quality more comprehensively. *ZDM - Mathematics Education*, *50*, 355-366. <http://doi.org/10.1007/s11858-018-0914-8>

- Chen, G., Chan, C. K. K., Chan, K. K. H., Clarke, S. N., & Resnick, L. B. (2020). Efficacy of video-based teacher professional development for increasing classroom discourse and student learning. *Journal of the Learning Sciences*, 29(4-5), 642-680. <https://doi.org/10.1080/10508406.2020.1783269>
- Coiduras, J. L., Blanch, À., & Barbero, I. (2020). Initial teacher education in a dual-system: Addressing the observation of teaching performance. *Studies in Educational Evaluation* 64, Article 100834. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100834>
- Dalehefte, I. M., & Kobarg, M. (2013). *Aus Unterrichtsbeobachtungen lernen: Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen* [Learning from lesson observations: Handout of the SINUS programme at primary schools]. IPN – Leibniz Institute for Science and mathematics Education at Kiel University.
- Danielson, C. (1996). *Enhancing professional practice: A framework for teaching*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Danielson, C. (2013). *The Framework for Teaching Evaluation Instrument*. Danielson Group.
- de Grift, W., Helms-Lorenz, M., & Maulana, R. (2014). Teaching skills of student teachers: Calibration of an evaluation instrument and its value in predicting student academic engagement. *Studies in Educational Evaluation*, 43, 150-159. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2014.09.003>
- Evertson, C. M., & Weinstein, C. S. (Eds.). (2006). *Handbook of classroom management: Research, practice, and contemporary issues*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203874783>
- Fischer, H. E., & Neumann, K. (2012). Video analysis as a tool for understanding science instruction. In D. Jord, & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe: Cultural perspectives in science education* (Vol. 5, pp. 115-139). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_6
- 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>
- Gazdag, E., Nagy, K., & Szivák, J. (2019). “I Spy with My Little Eyes...” The use of video stimulated recall methodology in teacher training—The exploration of aims, goals and methodological characteristics of VSR methodology through systematic literature review. *International Journal of Educational Research*, 95, 60-75. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.02.015>
- Goldman, R., Pea, R., Barron, B., & Derry, S. J. (Eds.). (2007). *Video research in the learning sciences*. Lawrence Erlbaum.

- Good, T., McCaslin, M., Tsang, H., Zhang, J., Wiley, C., Bozack, A., & Hester, W. (2006). How well do 1st-year teachers teach does type of preparation make a difference? *Journal of Teacher Education*, 57(4), 410-430. <https://doi.org/10.1177/0022487106291566>
- Grossman, P., Compton, C., Igra, D., Ronfeldt, M., Shahan, E., & Williamson, P. (2009). Teaching practice: A cross-professional perspective. *Teachers College Record*, 111(9), 2055-2100. <https://doi.org/10.1177/016146810911100905>
- Hackenberg, A. (2005). A model of mathematical learning and caring relations. *For the Learning of Mathematics*, 25(1), 44-47. <https://www.jstor.org/stable/40248486>
- Harlen, W. (Ed.). (2001). *Primary science ...taking the plunge: How to teach primary science more effectively for ages 5 to 12* (2nd ed.). Heinemann.
- Herzog-Punzenberger, B., Altrichter, H., Brown, M., Burns, D., Nortvedt, G. A., Skedsmo, G., Wiese, E., Nayir, F., Fellner, M., McNamara, G., & O'Hara, J. (2020). Teachers responding to cultural diversity: case studies on assessment practices, challenges and experiences in secondary schools in Austria, Ireland, Norway and Turkey. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 32, 395-424. <https://doi.org/10.1007/s11092-020-09330-y>
- Hill, H. C., Charalambous, C. Y., & Kraft, M. A. (2012). When rater reliability is not enough: Teacher observation systems and a case for the generalizability study. *Educational Researcher*, 41(2), 56- 64. <https://doi.org/10.3102/0013189X12437203>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). *The difference between emergency remote teaching and online learning*. EDUCAUSE Review. <http://hdl.handle.net/10919/104648>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Jewitt, C. (2012). *An introduction to using video for research* (NCRM Working Paper). National Centre for Research Methods. <http://eprints.ncrm.ac.uk/2259/>
- Kazemi, E., Ghouseini, H., Cunard, A., & Turrou, A. C. (2016). Getting inside rehearsals: Insights from teacher educators to support work on complex practice. *Journal of Teacher Education*, 67(1), 18-31. <https://doi.org/10.1177/0022487115615191>

- 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>
- Kraft, M. A., & Blazar, D. (2017). Individualized coaching to improve teacher practice across grades and subjects: New experimental evidence. *Educational Policy*, 31(7), 1033-1068. <https://doi.org/10.1177/0895904816631099>
- Kramer, C., König, J., Strauss, S., & Kaspar, K. (2020). Classroom videos or transcripts? A quasi-experimental study to assess the effects of media-based learning on pre-service teachers' situation-specific skills of classroom management. *International Journal of Educational Research*, 103, Article 101624. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101624>
- Krammer, K., Ratzka, N., Klieme, E., Lipowsky, F., Pauli, C., & Reusser, K. (2006). Learning with classroom videos: Conception and first results of an online teacher training program. *ZDM – Mathematics Education*, 38, 422-432. <https://doi.org/10.1007/BF02652803>
- Krug, M. (2009). "Videobasierte Methoden der Bildungsforschung: Sozial-, erziehungs- und kulturwissenschaftliche Nutzungsweisen"(19./20.06.2009, Stiftung Universität Hildesheim): Tagungsbericht. ["Video-based methods in educational research: Ways of using them in social, educational and cultural sciences"(19/20.06.2009, Foundation University of Hildesheim): Conference report.] *Zeitschrift für Qualitative Forschung*, 10(1), 161-167. <https://124.im/7QEwr>
- Lasagabaster, D., & Sierra, J. M. (2011). Classroom observation: Desirable conditions established by teachers. *European Journal of Teacher Education*, 34(4), 449-463. <https://doi.org/10.1080/02619768.2011.587113>
- Lavigne, A. L., & Good, T. L. (2015). *Improving teaching through observation and feedback: Beyond state and federal mandates*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315777030>
- Liu, S., Bell, C. A., & Jones, N. D. (2017, March 1-4). *The validity of classroom observation systems in research and applied contexts* [Conference presentation]. Annual Spring meeting of the Society for Research on Educational Effectiveness (SREE), Washington, DC.
- McDonald, M., Kazemi, E., & Kavanagh, S. S. (2013). Core practices and pedagogies of teacher education: A call for a common language and collective activity. *Journal of Teacher Education*, 64(5), 378-386. <https://doi.org/10.1177/0022487113493807>

- Miller, K., & Zhou, X. (2007). Learning from classroom video: What makes it compelling and what makes it hard. In R. Goldmann, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 321-334). Lawrence Erlbaum.
- Moyo, N. (2020). COVID-19 and the future of practicum in teacher education in Zimbabwe: Rethinking the 'new normal' in quality assurance for teacher certification. *Journal of Education for Teaching*, 46(4), 536-545. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1802702>
- Murtagh, L. (2022). Remote tutor visits to practicum settings and the changing dynamics between university tutors, school-based mentors and pre-service teachers. *Journal of Further and Higher Education*, 46(3), 354-367. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2021.1945557>
- Nevgi, A., & Löfström, E. (2015). The development of academics' teacher identity: Enhancing reflection and task perception through a university teacher development programme. *Studies in Educational Evaluation*, 46, 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2015.01.003>
- O'Leary, M. (2012). Exploring the role of lesson observation in the English education system: A review of methods, models and meanings. *Professional Development in Education*, 38(5), 791-810. <https://doi.org/10.1080/19415257.2012.693119>
- O'Leary, M. (2013). Expansive and restrictive approaches to professionalism in FE colleges: The observation of teaching and learning as a case in point. *Research in Post-Compulsory Education*, 18(4), 348-364. <https://doi.org/10.1080/13596748.2013.847164>
- O'Leary, M. (2020). *Classroom observation: A guide to the effective observation of teaching and learning* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315630243>
- Osborne, J., Berson, E., Borko, H., Busch, K. C., Zaccarelli, F. G., Million, S., & Tseng, A. (2015, August 25-29). *Assessing the quality of classroom discourse in science classrooms*. [Conference presentation]. 16th biennial conference of the European Association for Research in Learning and Instruction, Limassol, Cyprus.
- Peguera, M. C. (2022, January 31). Video 1. Extract of a video recorded PT's lesson [Video]. YouTube. https://youtu.be/_UOLjcoSSLk
- Pianta, R. C., La Paro, K. M., & Hamre, B. K. (2008). *Classroom assessment scoring system™: Manual K-3*. Paul H Brookes Publishing.
- Prilop, C. N., Weber, K. E., & Kleinknecht, M. (2019). How digital reflection and feedback environments contribute to pre-service teachers' beliefs during a teaching practicum. *Studies in Educational Evaluation*, 62, 158-170. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.06.005>

- R Development Core Team. (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>
- Rich, P. J., & Hannafin, M. (2009). Video annotation tools technologies to scaffold, structure, and transform teacher reflection. *Journal of Teacher Education* 60(1), 52-67. <https://doi.org/10.1177/0022487108328486>
- 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>
- Roegman, R., Goodwin, A. L., Reed, R., & Scott-McLaughlin, R. M. (2016). Unpacking the data: An analysis of the use of Danielson's (2007) Framework for Professional Practice in a teaching residency program. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 28, 111-137. <https://doi.org/10.1007/s11092-015-9228-3>
- Ronen, I. K. (2022). The experience of teaching: Beyond teaching skills the case of the academy-class practice model. *Studies in Educational Evaluation*, 72, Article 101115. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101115>
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Sherin, M. G. (2003). New perspectives on the role of video in teacher education. In J. Brophy (Ed.), *Using video in teacher education* (Vol. 10, pp. 1-27). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1016/S1479-3687\(03\)10001-6](https://doi.org/10.1016/S1479-3687(03)10001-6)
- Smith, I. D., & Coombs, S. J. (2003). The Hawthorne effect: Is it a help or a hindrance in social science research? *Change*, 6(1), 97-111. <https://bit.ly/3ZRZQxd>
- Spiro, R. J., Collins, B. P., & Ramchandran, A. (2007). Reflections on a post-Gutenberg epistemology of video use in ill-structured domains: Fostering complex learning and cognitive flexibility. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 93-100). Lawrence Erlbaum.
- Tournaki, N., Lyublinskaya, I., & Carolan, B. V. (2009). Pathways to teacher certification: Does it really matter when it comes to efficacy and effectiveness? *Action in Teacher Education*, 30(4), 96-109. <https://doi.org/10.1080/01626620.2009.10734455>
- Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, 5(2), 99-114. <https://doi.org/10.2307/3001913>

- van Es, E. A., Cashen, M., Barnhart, T., & Auger, A. (2017). Learning to notice mathematics instruction: Using video to develop preservice teachers' vision of ambitious pedagogy. *Cognition and Instruction*, 35(3), 165-187. <http://doi.org/10.1080/07370008.2017.1317125>
- Venkat, H., Rollnick, M., Loughran, J., & Askew, M. (Eds.). (2014). *Exploring mathematics and science teachers' knowledge: Windows into teacher thinking*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315883090>
- Williamson, B., Eynon, R., & Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: Digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 107-114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>
- Yang, C., Bear, G. G., May, H., & Curby, T. (2018). Multilevel associations between school-wide social-emotional learning approach and student engagement across elementary, middle, and high schools. *School Psychology Review* 47(1), 45-61. <https://doi.org/10.17105/SPR-2017-0003.V47-1>
- 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*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1996558>

Appendix

Dimensions and items evaluated by FIR-THOR (Coiduras et al., 2020) and PTs' mean and standard deviation results. This instrument had been adapted from Good et al. (2006).

Dimension	Item	Mean (SD)		
		Interval 1	Interval 2	Interval 3
Instruction	I1. Makes effective use of learning materials to achieve learning goals	3.78 (1.16)	3.60 (1.19)	3.46 (1.16)
	I2. Demonstrating effective “bag of tricks” in presenting new or difficult concepts	3.57 (1.07)	3.37 (1.09)	3.23 (1.13)
	I3. Demonstrates content knowledge in instruction	3.73 (1.12)	3.66 (1.11)	3.51 (1.14)
	I4. Displays energy and conviction for the content being taught	4.13 (0.92)	4.02 (0.95)	3.90 (1.05)
	I5. Quality of questions	3.57 (1.15)	3.46 (1.12)	3.37 (1.23)
Management	M1. Teacher interaction with students	4.57 (0.77)	4.50 (0.77)	4.37 (0.90)
	M2. Student interactions with other students	4.40 (0.83)	4.23 (0.86)	4.09 (1.02)
	M3. Management of instructional groups and Individuals	4.36 (0.89)	4.16 (0.99)	3.96 (1.14)
	M4. Appropriate behaviour is understood and followed by students	4.27 (0.96)	4.07 (1.05)	3.90 (1.14)
	M5. Monitors student behaviour and provides feedback	4.24 (0.97)	4.08 (0.96)	3.91 (1.10)
Assessment	A1. Formal assessment criteria and standards	2.83 (1.19)	2.75 (1.17)	2.89 (1.19)
	A2. Use of formative assessment	3.12 (1.22)	3.09 (1.21)	3.16 (1.27)
	A3. Learning goals for students	3.69 (1.15)	3.56 (1.17)	3.62 (1.15)
	A4. Providing in-class feedback and informal assessment to students	3.53 (1.02)	3.43 (1.05)	3.41 (1.03)
	A5. Fairness and consistency of formal and/or informal assessment	3.64 (1.03)	3.61 (1.05)	3.44 (1.09)

6.4. Estudi 4

En l'últim estudi s'analitza en detall l'actuació a l'aula d'una part dels participants en realitzar sessions d'indagació abans i després de rebre la formació (O.E. 6, Taula 3). Aquest estudi complementa la informació presentada en l'Estudi 3 i es diferencia de la resta per ser un estudi de casos de caràcter descriptiu. Se centra en l'estudi de quatre casos dels DFI que formen part del grup experimental a través d'una metodologia observacional directa, amb enregistraments videogràfics i a través de l'instrument d'observació d'aula FIR-THOR, i indirecta, mitjançant textos dels estudiants. El disseny de seguiment intrasessional per analitzar l'evolució dels estudiants és nomotètic, amb una anàlisi multidimensional des de la mirada de la indagació científica i els ajuts pedagògics (Anguera, et al., 2011).

6.4.1. Fitxa informativa de l'Estudi 4

Taula 8

Resum de la informació de l'article 4

Títol de l'article	<i>Prácticas de indagación científica en futuros maestros de Educación Primaria</i>
Estat de la publicació	Enviada
Idioma	Castellà
Revista	Comunicar
ISSN	1134-3478 / 1988-3293
País	Espanya
Editorial/ Institució	Grupo Comunicar, Colectivo Andaluz de Educación en Medios de Comunicación
Àrees temàtiques i categories	Ciències Socials - Educació, Estudis culturals, Comunicació
Indexacions	Scopus, JCR-SSCI, SJR, EBSCOhost, ProQuest, entre altres.
Factor d'impacte	JCR, SJR i Scopus Q1 – 10.9 CiteScore 2022

6.4.2. Text complet de l'Estudi 4

Prácticas de indagación científica en futuros maestros de Educación Primaria

Peguera-Carré, M. C., Aguilar, D., & Coiduras, J. L. (en revisió). Prácticas de indagación científica en futuros maestros de Educación Primaria. *Comunicar*.

Resumen

Los marcos educativos actuales adoptan una visión del aprendizaje de las ciencias en la que el alumnado es capaz de desarrollar una comprensión científica aplicando los conocimientos para identificar preguntas, explicar fenómenos científicos y proponer conclusiones basadas en pruebas que sean útiles para comprender el mundo natural y los cambios que la actividad humana provoca en él. Esto implica el desarrollo de unas habilidades necesarias para aplicar reglas o principios sobre el diseño y la ejecución de una indagación científica. Sin embargo, la implementación de indagaciones científicas con alumnado de educación primaria aún no es muy común, por lo que debe fomentarse desde la formación inicial de maestros, ya que estos carecen de referentes. Este estudio de casos múltiples analiza la evolución de cuatro futuros docentes en la formación en didáctica de las ciencias. En concreto, se estudia cómo una formación centrada en el videoanálisis contribuye a la comprensión de las habilidades científicas y a su aplicación en la práctica docente de indagación. Los resultados muestran la progresión de los docentes en formación en la comprensión e implementación de las habilidades científicas, como también nos han permitido identificar relaciones entre su aprendizaje empírico y su práctica docente de indagación científica.

Palabras clave: formación del profesorado, observación, procesos de aprendizaje, educación primaria, didáctica de las ciencias, indagación.

Abstract

Current educational frameworks adopt a view of science learning in which students are able to develop a scientific comprehension by applying knowledge to identify research questions, explain scientific phenomena and draw evidence-based conclusions useful to understand the natural world and the changes that human activity brings about in it. This implies the development of skills necessary to apply rules or principles in the design and execution of a scientific inquiry. However, the application of scientific inquiries among primary school pupils is still not as common, which is why it should be encouraged in initial teacher training, as there is a lack of references for teachers. This multiple case study analyses the evolution of four future teachers in science teacher training. In particular, it studies how a program focused on video analysis contributes to the understanding of scientific skills and their application in the inquiry teaching practice. The results show the preservice teachers' progression in the comprehension and implementation of scientific skills, and they have allowed the identification of connections

between their empirical learning and their teaching practice in inquiry-based science instruction.

Keywords: teacher training, observation, learning processes, primary education, science instruction, inquiry.

Introducción

Formación de los futuros docentes de educación primaria en indagación científica

La formación en indagación puede contribuir, potencialmente, a mejorar la capacitación de los docentes en educación primaria y con ello la educación científica, donde el estado español se sitúa significativamente por debajo del nivel promedio de la Unión Europea (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020).

La indagación científica, y la correspondiente aplicación de habilidades científicas, cuenta actualmente con un gran reconocimiento y relevancia en el campo de la investigación educativa relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (García-Carmona, 2019). El alumnado, desde la educación primaria, necesita comprender la naturaleza de las ciencias, mediante el aprendizaje de conceptos y procedimientos científicos a través de la realización de procesos investigadores (Harlen, 2013). De hecho, en los últimos años, políticas educativas internacionales subrayan la importancia de aplicar metodologías de aprendizaje basadas en la indagación en la enseñanza de las ciencias (Mostafa et al., 2018; National Research Council, 2012). Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2019), el aprendizaje de las ciencias implica que el alumnado desarrolle una comprensión científica rica de este tipo de metodología, aplicando conocimientos para identificar preguntas, explicar fenómenos científicos y proponer conclusiones basadas en pruebas que sean útiles para comprender el mundo natural y los cambios que la actividad humana ha provocado en él.

En este estudio partimos del supuesto de que para comprender la indagación científica se requiere el conocimiento de un conjunto de habilidades científicas implicadas en su implementación (Durmaz & Mutlu, 2016). Estas habilidades se entienden como actividades que reflejan las tareas reales realizadas por los científicos y conllevan la capacidad de aplicar reglas, principios o convenciones sobre el diseño e implementación de una indagación científica (Harlen, 2013). Concretamente, el estudio que se presenta considera las habilidades

referenciadas por la Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado (2022) en la enseñanza de las ciencias por indagación en educación primaria: formulación de Preguntas Investigables, Formulación de Hipótesis y Predicciones, Planificación Experimental a través de un control de Variables, recogida de datos (rigurosa y fiable) e Interpretación de los mismos.

En la última década, diferentes investigaciones han destacado el papel del docente como figura clave para implementar de forma eficiente el aprendizaje de las ciencias a través de la indagación científica en las aulas (Durmaz & Mutlu, 2016; Furtak et al., 2012). Por lo tanto, un objetivo fundamental en los actuales sistemas educativos es formar a los futuros docentes de educación primaria en dicha metodología (European Commission, 2013). Gillies y Nichols (2015) enfatizan que existe una insuficiente formación de los Docentes en Formación Inicial (DFI) en lo que respecta a la promoción de tareas de indagación, hecho que podría ser una de las razones por las que presentan dificultades en su implementación en las aulas escolares. Además, estudios recientes destacan que los DFI con un bajo conocimiento del contenido a enseñar tienden a mostrar más dificultades en la implementación de la indagación como metodología en la enseñanza de las ciencias (Ferrés-Gurt & Marbà-Tallada, 2018; Kramer et al., 2020).

Por un lado, estas dificultades se observan durante la implementación de las habilidades científicas implicadas en el proceso de indagación. Por ejemplo, algunas de estas se han identificado en la literatura en: la enunciación de Preguntas de Investigación, la Formulación de Hipótesis relevantes, la definición de estrategias para controlar Variables o el análisis de las evidencias empíricas (García-Carmona, 2019; Khan & Krell, 2019; Vogt & Schmiemann, 2020). Por ello, los programas de formación deberían ayudar a los DFI a comprender la enseñanza de las ciencias, alineada con un enfoque basado en la indagación, para promover su implementación (McDonald et al., 2019). Esto implica apoyarles para que construyan conocimiento específico sobre la indagación y las habilidades científicas que esta implica (García-Carmona, 2019). Por otro lado, la falta de dominio del contenido de la indagación también puede conllevar mayores dificultades en los aspectos más pedagógicos de la práctica docente en el aula (McDonald et al., 2019).

Por lo tanto, respondiendo a esta necesidad formativa, la formación inicial debe trabajar de forma activa las actividades propias de la tarea científica. La complejidad de la indagación requiere la disposición de herramientas y materiales, conocimientos, estrategias de enseñanza, explicaciones y

demostraciones, entre otros, que favorezcan el aprendizaje de las ciencias en una práctica de investigación mediante el desempeño de las habilidades científicas (Lazonder & Egberink, 2014).

El videoanálisis en la formación de los futuros maestros de ciencias

En los últimos años, autores como Chan et al. (2021), Criswell et al. (2022), Luna (2018) y Zummo et al. (2021) han indicado que el videoanálisis tiene potencial para mejorar el estudio y reflexión sobre la enseñanza de las ciencias. Además, el videoanálisis proporciona la posibilidad de analizar situaciones reales de aula sin la presión de actuar (Vogt & Schmiemann, 2020).

El aprendizaje de las ciencias a través del videoanálisis implica, en primer lugar, *identificar* o reconocer los eventos docentes relevantes, operación que requiere de un marco de conocimiento de la práctica docente y de sus objetivos (McDonald et al., 2019). En segundo lugar, estos eventos deben ser *codificados*, esto supone su interpretación para la asignación de un significado profesional (Sherin & van Es, 2005).

En el presente estudio se introduce y se analiza un proceso formativo basado en la conceptualización de las habilidades científicas en la indagación mediante la observación y estudio - *identificación* y *codificación* - de grabaciones de la práctica en el aula de una docente experta. Atendiendo a estudios anteriores donde se han abordado los resultados en grupos paralelos (Peguera-Carré et al., 2023), se plantea como objetivo conocer las particularidades de sujetos distintos que han participado en esta experiencia formativa. Esto permitirá acercarse a una generalización interna para abordar, no solamente si los resultados captan las características o acciones comunes de las personas implicadas, sino también la diversidad de estas dentro del caso o la población estudiada (Maxwell, 2021).

Objetivos

El presente estudio tiene el objetivo de describir la evolución de cuatro DFI en la implementación de sesiones de indagación científica al participar en una formación centrada en el videoanálisis. Para ello, este estudio evalúa el desarrollo de indagaciones en el aula de educación primaria a través de las habilidades científicas y del instrumento FIR-THOR. Esto nos lleva a la concreción de los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar la evolución en la comprensión de las habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias.
2. Estudiar el cambio en la implementación de las habilidades científicas en la práctica docente indagadora.
3. Describir las sesiones de indagación científica en las dimensiones de Evaluación, Gestión y Instrucción antes y después de la formación con videoanálisis.

Método

La metodología empleada tiene un enfoque de estudio de casos múltiples para explorar situaciones reales que involucran a un grupo de personas a lo largo del tiempo de forma sistemática (Creswell, 2013). La selección de los casos a investigar no es necesariamente representativa de una población determinada, sino que se selecciona según su potencialidad para generar conocimientos en torno a un determinado tema. En este sentido, este enfoque también se utiliza para construir conocimiento o generalizaciones analíticas (Maxwell, 2021).

Muestra

El presente estudio se realiza con una muestra intencional de un proyecto más amplio, de análisis de eventos docentes en prácticas indagadoras en el Grado de Educación Primaria. Componen la muestra cuatro DFI de 3º curso (2019-2020) del Grado de Educación Primaria en modalidad Dual (Peguera-Carré et al., 2021). Los cuatro sujetos - tres mujeres y un hombre, con una media de edad de 21 años- realizan sus sesiones de indagación científica durante su estancia de prácticas en centros públicos de la ciudad de Lleida.

Estos casos fueron seleccionados como representativos de un cambio de nivel indagador, según los resultados de un test adaptado de Ferrés-Gurt y Marbà-Tallada (2018) (<https://bit.ly/3kVRJAC>) que se realiza antes y después de la formación centrada en el videoanálisis (Tabla 1). Dichos niveles indagadores corresponden a la recodificación de los resultados del test, siguiendo a Ferrés-Gurt et al. (2015). En este los niveles de los estudiantes se clasifican, de mayor a menor competencia, en: indagador, indagador inseguro, indagador incipiente, precientífico y acientífico. El hecho de estudiar cuatro casos radica en el interés de triangular información procedente de distintos registros para profundizar en el análisis de una situación concreta, como es el uso del videoanálisis en la formación docente sobre la indagación en educación primaria.

Tabla 1

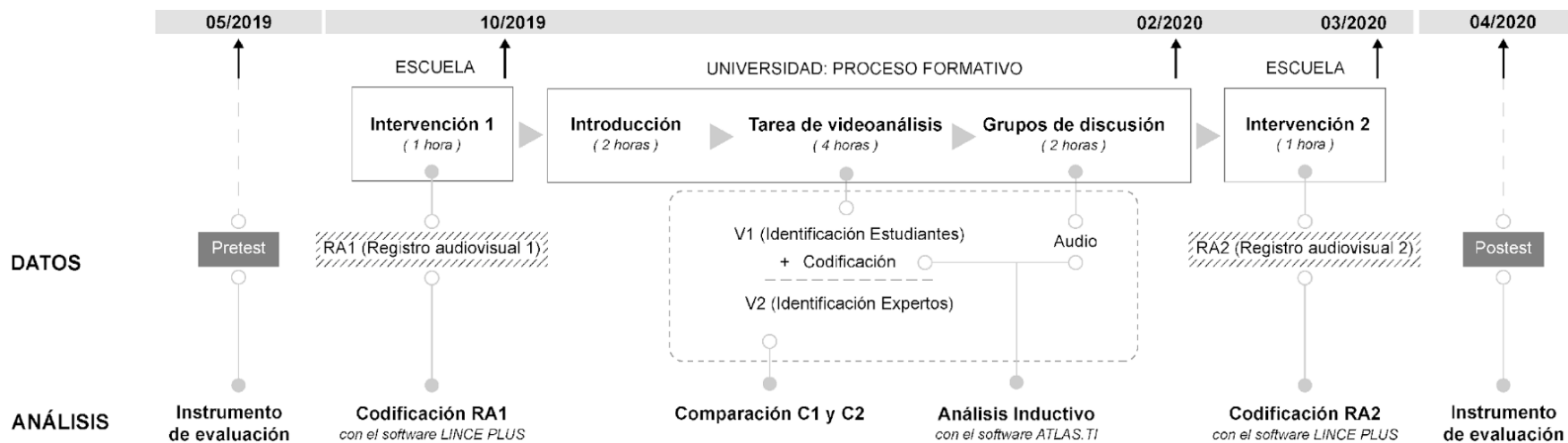
Nivel indagador de los cuatro casos estudiados

Caso	Nivel indagador inicial	Nivel indagador final
A	Precientífico	Indagador
B	Precientífico	Indagador inseguro
C	Acientífico	Indagador incipiente
D	Acientífico	Precientífico

Procedimiento de recogida de datos

En este estudio se recogen tres conjuntos de datos obtenidos antes, durante y después de un proceso formativo centrado en el videoanálisis de una experiencia sobre indagación científica (Figura 1), haciendo un uso intensivo de las tecnologías para la recopilación y análisis de datos (Dagnino et al., 2020). El primer conjunto está compuesto por los resultados del pre y postest de competencia indagadora; el segundo, por el análisis observacional de dos registros audiovisuales recogidos a partir de las intervenciones en la escuela de los cuatro DFI antes (RA1) y después (RA2) del proceso formativo; y el tercer conjunto está conformado por las producciones de los DFI durante el proceso formativo.

Figura 1
Cronograma del proceso formativo, recogida y análisis de datos



Sobre el proceso formativo, este está compuesto por cuatro sesiones de dos horas cada una:

- Introducción (sesión 1): Presentación teórica a los DFI sobre la metodología de aprendizaje científica por indagación y de las habilidades científicas implicadas en este proceso; presentación de un instrumento de observación para categorizar habilidades científicas; introducción a los DFI al programa CoAnnotation.com (Cebrián-Robles, 2021) para llevar a cabo la tarea de videoanálisis.
- Tarea de videoanálisis (sesiones 2 y 3): Los DFI observaron las diferentes habilidades científicas en un conjunto de nueve clips de vídeo de una sesión de indagación científica desarrollada por una maestra experta en un aula real (Exploratorium, 2021). Estos clips fueron escogidos como representativos de las diferentes habilidades. Para cada clip, los DFI debían identificar y codificar (interpretar) la presencia de alguna habilidad científica. Dado que los DFI eran españoles y el vídeo original estaba en inglés, se añadieron subtítulos en español para evitar las posibles dificultades que el idioma pudiera suponer para analizar adecuadamente su contenido.
- Grupos de discusión (sesión 4): Se realizaron grupos de discusión formados por DFI y un docente universitario actuando como moderador. El debate trataba sobre la indagación científica en el aprendizaje de las ciencias con el fin de relacionar el análisis de los nueve clips con su práctica docente en el aula escolar.

Antes y después del proceso formativo se realizó un pre y postest de indagación científica (Figura 1). Asimismo, se recogieron RA1 y RA2, consistentes en grabaciones de clases de indagación científica implementadas por los sujetos del estudio en aulas de educación primaria antes y después de participar en el proceso formativo. Antes de realizar las grabaciones de vídeo, los DFI y las escuelas firmaron el documento de protección de datos y autorización legal correspondiente. Por otra parte, los vídeos debían cumplir con unas condiciones técnicas mínimas: a) encuadre horizontal, b) condiciones de imagen y audio adecuadas para el análisis, y c) formato MP4 o WMV con una resolución mínima de 720p.

Análisis de datos

Respondiendo al primer objetivo del estudio, se analizó la comprensión de las habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias mediante indagación.

Para ello se triangularon los datos obtenidos en distintos momentos de la formación de los DFI participantes: antes (pretest), durante (tarea de videoanálisis y grupos de discusión) y después (postest). Por un lado, el pretest y postest se analizaron aplicando un instrumento de evaluación adaptado de Ferrés-Gurt y Marbà-Tallada (2018) y Solé-Llussà et al. (2020). Cada habilidad se valoraba con una calificación numérica ascendente, de 0 a 4. El instrumento y algunos ejemplos de evaluación se pueden consultar en: <https://bit.ly/3kVRJAC>. Por otro lado, en la identificación de las habilidades científicas en los clips de vídeo, se estudió el acuerdo entre los DFI (V1) y un grupo de expertos en didáctica de las ciencias (V2). Dicho grupo de expertos estaba formado por tres investigadores con más de 10 años de experiencia docente universitaria e investigadora en el área de la didáctica de las ciencias experimentales. Estos expertos, previamente a la comparación de V1 y V2, identificaron y acordaron a través de un proceso iterativo, kappa de Cohen de .87 (Cohen, 1960), las habilidades científicas representadas en los vídeos. Además, para analizar la comprensión de las diferentes habilidades científicas, se recogieron datos cualitativos a partir del proceso de codificación realizado por los DFI. Esta codificación implicó argumentar la representación de las habilidades científicas identificadas previamente en la tarea de videoanálisis. Estos datos, junto a los argumentos extraídos de los grupos de discusión, fueron analizados con el software científico ATLAS.TI versión 9 por los mismos tres investigadores expertos, llevando a cabo un proceso inductivo. Los expertos identificaron segmentos de datos en los que los DFI describían y justificaban características específicas de las habilidad científicas identificadas. Estos segmentos se categorizaron con una etiqueta conceptual significativa (Apéndice).

Respecto al segundo y tercer objetivo, se procedió con el análisis de la actuación docente en las sesiones de indagación, RA1 y RA2. La observación de la práctica docente proporciona información valiosa para el seguimiento de los DFI y para la construcción de feedback formativo. Autores como Begrich et al. (2021) se han centrado en las prácticas de observación para recoger información fiable sobre diferentes aspectos de la práctica docente de los DFI con el fin de mejorar la calidad del proceso de enseñanza. Los protocolos e instrumentos de observación son necesarios para evaluar aspectos docentes específicos de la intervención; no solo dimensiones relacionadas con el contenido que se enseña, sino también dimensiones relacionadas con aspectos más generales. Por ejemplo, el instrumento Fifteen Items Revised Tsang-Hester Observation Rubric (FIR-THOR) responde a esta esta necesidad de evaluación de la práctica docente en aulas reales (Peguera-Carré et al., 2023).

Así, las sesiones de RA1 y RA2 se evaluaron con el instrumento FIR-THOR, el cual está compuesto por tres dimensiones: Evaluación, Gestión y Instrucción (Coiduras et al., 2020; Peguera-Carré et al., 2023). Estas tres dimensiones de cinco ítems cada una fueron evaluadas en una escala Likert ascendente, de 0 a 4 puntos. La dimensión Evaluación incluía la planificación de la evaluación del alumnado y a la comunicación en el aula de los objetivos y los criterios de evaluación de la sesión. La dimensión Gestión se relacionaba con el clima del aula, la participación y el compromiso del alumnado con su aprendizaje. La dimensión Instrucción se refería a la conducción del aprendizaje, las estrategias y actividades implementadas, el uso de los recursos didácticos, las preguntas para la activación cognitiva, la conexión del alumnado con el contenido, y la motivación transmitida por el docente. Al instrumento FIR-THOR se le añadió una dimensión para también analizar, con una mayor concreción, la implementación de procesos indagadores en el aula por parte de los DFI. Esta dimensión se denominó *habilidades científicas*. Con esta nueva dimensión se pudieron detectar qué habilidades científicas implementaban los DFI en su práctica docente y con qué destreza lo hacían. El instrumento completo para el análisis de RA1 y RA2 se puede consultar en: <https://bit.ly/3kVRJAC>.

Resultados

Los resultados se presentan organizados a partir de los cuatro estudios de caso analizados. La Figura 2 responde al primer objetivo específico del estudio e incluye los resultados del análisis inductivo realizado mediante ATLAS.TI. Esta se centra en la comprensión que los DFI tenían sobre las habilidades científicas y esquematiza las ideas con las que describían y argumentaban estas habilidades durante la tarea de videoanálisis y los posteriores grupos de discusión (Apéndice). La Figura 3 responde a los tres objetivos específicos del estudio, permitiendo la comparación de datos provenientes tanto del pre y postest como de RA1 y RA2. Por un lado, esta figura muestra, para cada caso, el nivel de comprensión de cada habilidad científica atendiendo a los resultados del pre y postest. Y, por otro lado, presenta el nivel de destreza en la implementación de cada habilidad científica durante el desarrollo de una práctica indagadora en el aula, así como la Evaluación, Gestión y Instrucción de esta, antes y después de la formación con videoanálisis.

Figura 2

Categorización de la argumentación de los DFI en la tarea de videoanálisis y grupos de discusión en etiquetas conceptuales

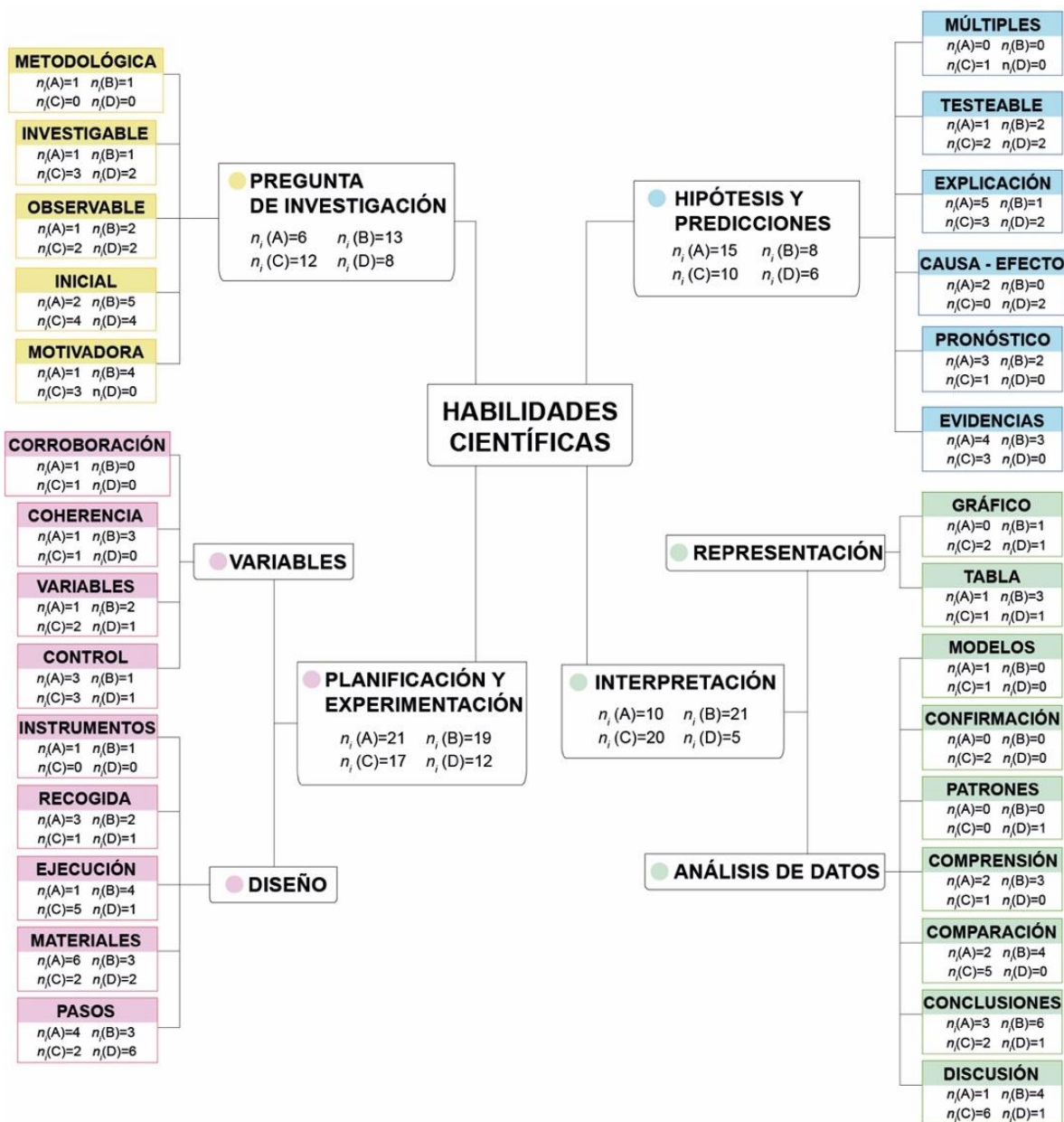
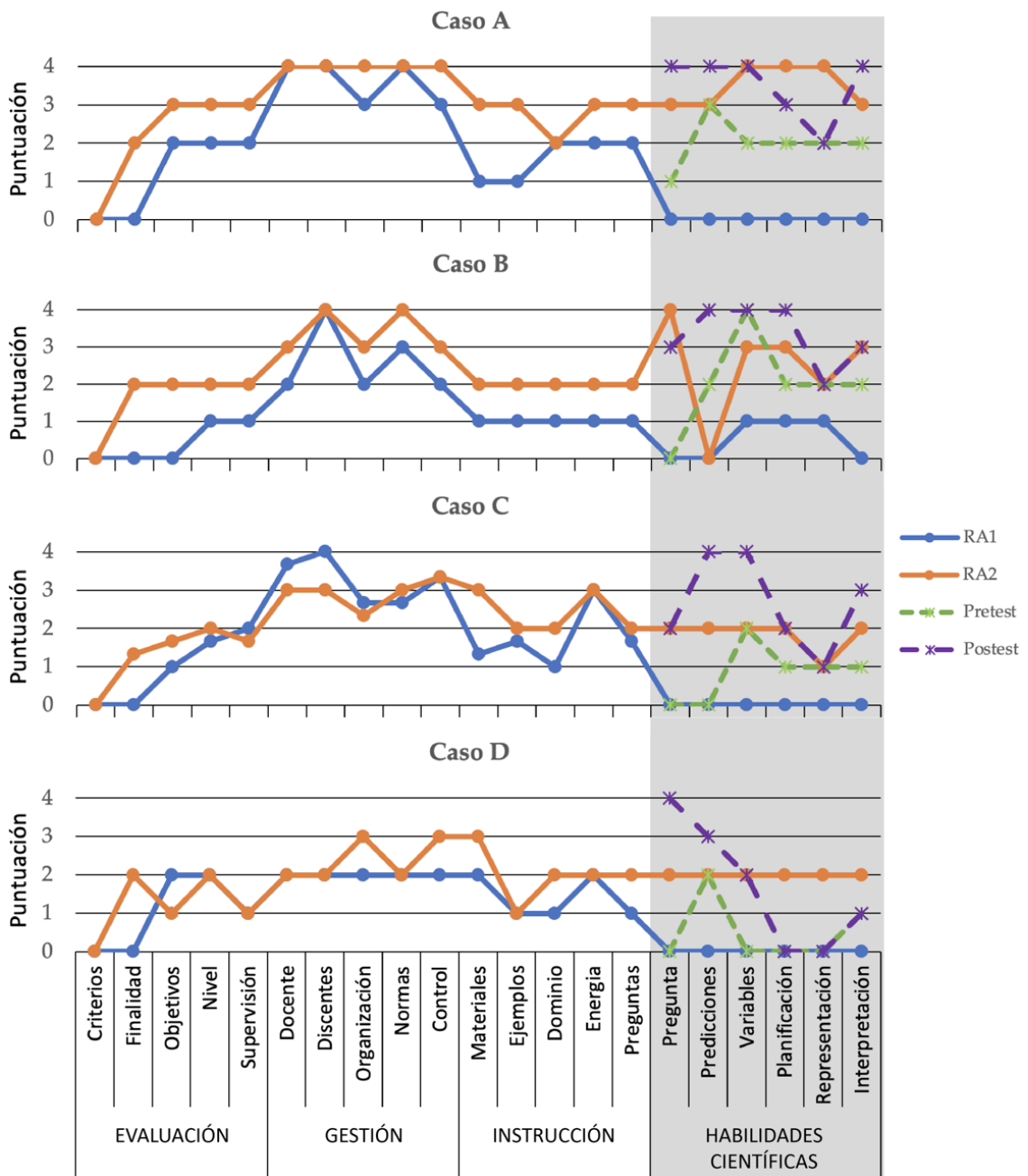


Figura 3

Comprensión e implementación de indagaciones científicas en cada caso



Estudio de caso A

Cuanto al primer objetivo específico, la comprensión de las habilidades científicas, la Figura 3 muestra una evidente mejora de la DFI del caso A tras el proceso formativo: en el pretest de indagación científica obtiene una puntuación de 12 puntos sobre 24 (puntuación calculada como sumatorio de cada ítem evaluado en el test), y en el postest un resultado de 21/24. Tras el proceso formativo, se observa una mejora en la comprensión de las habilidades científicas, especialmente en la formulación de la Pregunta de Investigación. La única excepción reside en la Representación de Datos, donde no se identificó cambio. Estos resultados son congruentes con los datos cualitativos recogidos durante el proceso formativo. En la comparación de V1 y V2, la DFI presentó acuerdo con los expertos en las habilidades científicas de Pregunta de Investigación, Planificación y Experimentación e Interpretación implementadas por la maestra experta en los vídeos. Aunque no existió acuerdo en la habilidad correspondiente a la formulación de Hipótesis y Predicciones, el sujeto A demostró una comprensión de esta habilidad durante la argumentación realizada tanto en la tarea de videoanálisis como en el grupo de discusión (Figura 2).

Con relación al segundo y al tercer objetivos, en los resultados del estudio de RA1 y RA2 destaca la implementación de todas las habilidades en RA2, al contrario de lo sucedido en RA1 (Figura 3). Finalmente, se observa que esta mejora también se refleja en su práctica pedagógica en las tres dimensiones evaluadas con FIR-THOR.

Estudio de caso B

Tras la formación, se observa una mejora general en las habilidades científicas analizadas, destacando la Pregunta de Investigación. Las habilidades de identificación de Variables y Representación de Datos fueron las únicas que se mantuvieron inalteradas entre el pre y el postest (Figura 3). Estos resultados son coherentes con la comprensión demostrada por la DFI en el videoanálisis. El sujeto B identificó con acuerdo con los expertos la aparición de las habilidades Formulación de la Pregunta de Investigación, Planificación y Experimentación e Interpretación. Estas tres habilidades también destacaron con una codificación adecuada en el videoanálisis y una amplia argumentación en el grupo de discusión (Figura 2).

Cuanto a la implementación de indagaciones en el aula, destaca que en RA1 la DFI solo implementó la habilidad de Planificación y Experimentación, además

de mostrar una recogida de datos incipiente sin orden ni Representación gráfica. En cambio, en RA2 se observó la formulación de una Pregunta de Investigación coherente con la temática científica tratada, de la que derivó una correcta Planificación, con un adecuado Control de Variables y una posterior Interpretación de resultados con la que trataba explicar los resultados recogidos. Por último, se observa que esta mejora se traslada a su práctica en las tres dimensiones de FIR-THOR (Figura 3).

Estudio de caso C

En el caso C, el DFI parte de unos bajos resultados en el pretest, 5/24, que mejoran hasta una puntuación de 16/24 en el postest. Esta gran evolución se constata prácticamente en todas las habilidades (Figura 3). Además, este DFI mostró acuerdo con los expertos en la identificación de la Pregunta de Investigación, la Planificación y Experimentación y la Interpretación durante la tarea de videoanálisis. En la tarea de codificación y en el grupo de discusión, destacó una argumentación amplia y detallada en concreto de las habilidades Planificación y Experimentación e Interpretación (Figura 2).

En cuanto a la implementación de indagaciones, en RA1 no incorporaba en su práctica ninguna habilidad científica y, contrariamente, en RA2 implementó incipientemente todas las habilidades. Del mismo modo, se observan mejoras en las dimensiones de Evaluación y Instrucción de la sesión en RA2 (Figura 3).

Estudio de caso D

La DFI del caso D obtuvo en el pretest una puntuación muy baja, 3/24, que mejoró a 10/24 en el postest. Concretamente, en el postest destaca la evolución de la comprensión de la habilidad Pregunta de Investigación, en contraste con una leve mejora en el resto de habilidades (Figura 3). También en el videoanálisis demostró una buena identificación de la Pregunta de Investigación y de la Interpretación. Puntualmente también identificó la Planificación y Experimentación, aunque codificó su aparición con argumentos muy generales. Así, como se muestra en la Figura 2, sólo presentó argumentos incipientes sobre las habilidades analizadas, sin demostrar una amplia comprensión de las características de estas.

Respecto a la implementación de sesiones de indagación científica, en RA1 la DFI no incorporaba las habilidades científicas en sus sesiones de indagación. Por lo contrario, en RA2 implementó incipientemente todas las habilidades en el

aula. Sin embargo, entre RA1 y RA2, solo se observaron mejoras en las dimensiones de Gestión y Instrucción (Figura 3).

Discusión y conclusiones

Inicialmente, se da respuesta al primer objetivo del estudio, analizar la comprensión de las habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias. Para ello se comparan, por habilidades, los resultados del test de indagación científica (Figura 3) con los resultados de la tarea de videoanálisis y los grupos de discusión (Figura 2).

En los resultados del test de indagación se constatan mejoras en la comprensión de las habilidades científicas en los cuatro casos. Destaca la evolución en la formulación de una Pregunta de Investigación adecuada, una habilidad que según la literatura presenta un reto a los docentes (García-Carmona, 2019). Se deduce que el trabajo previo realizado en la tarea de identificación y codificación con vídeos ha contribuido al conocimiento de esta habilidad. Sin embargo, los DFI no han demostrado un progreso, en el postest, en la Representación de Datos implicada en la habilidad de Interpretación. Esto puede deberse a que la construcción de una representación matemática supone hacer inferencias simplificadoras sobre el fenómeno estudiado (Schvartzer et al., 2021), en este caso, la flotabilidad. Por lo tanto, requiere que los DFI encuentren una estructura matemática adecuada para visualizar los datos y sus posibles relaciones, necesitando un conocimiento específico del contenido.

Coincidiendo con los buenos resultados obtenidos en el postest, los DFI han mostrado una elevada identificación (V1) en acuerdo con los expertos (V2) especialmente en la Pregunta de Investigación, la Planificación y Experimentación y la Interpretación. Autores como García-Carmona (2019) y Yoon et al. (2012) han destacado en sus estudios las dificultades que los DFI presentan en la Planificación de un diseño experimental completo que permita dar respuesta a la Pregunta de Investigación. El videoanálisis ha mostrado ser una herramienta eficaz para ayudar en la comprensión de estas habilidades, como se evidencia en el sujeto C, en la tarea de videoanálisis, ya que en codificar la habilidad de Planificación argumenta:

«Identifican las Variables y todo el material que necesitan para llevar a cabo el experimento. También deciden qué necesitarán para la Recogida de Datos [...] ejecutan los pasos que ya se habían marcado anteriormente.»

También el caso B explica como en el vídeo se desarrolla la Interpretación:

«Están interpretando los resultados obtenidos durante la experimentación y comparando los resultados entre compañeros, para saber si el experimento es fiable. Más tarde discuten sobre los datos que han obtenido los diferentes grupos [...] Con los gráficos que han realizado anteriormente, extraen conclusiones, es decir, interpretan los resultados.»

En este sentido, en los grupos de discusión también destacaron las ideas relacionadas con estas habilidades. Por ejemplo, el caso D argumentó en su grupo de discusión la importancia de formular una buena Pregunta de Investigación afirmando: «Introduce el tema y es como el hilo conductor de la indagación [...], se Formula una Pregunta que sea Investigable para que el alumnado pueda hacer Hipótesis y darle respuesta.»

Por otra parte, aunque en la tarea de videoanálisis los DFI, en los cuatro casos, no presentaron un acuerdo de identificación con los expertos en la habilidad de formulación de Hipótesis y Predicciones, sí enfocaron partes de su argumentación y discusión a esta habilidad. Por ejemplo, el caso A demostró una comprensión de esta habilidad tanto en la tarea de videoanálisis, como en el grupo de discusión. La DFI afirmaba que, en el vídeo analizado la maestra y el alumnado: «Comparten sus conocimientos previos, sin una base científica [...] A partir de su experiencia, el alumnado se pregunta por qué motivo los imanes se atraen, pero no disponen del conocimiento científico para encontrar una respuesta, hacen Predicciones.» En cambio, el caso C demostró un conocimiento de la habilidad, pero con errores conceptuales importantes. En los grupos de discusión este afirmó: «La Hipótesis siempre proviene de la propia experiencia. Al corroborarla, para formular una predicción, lo tenemos que hacer con una base más científica.» Estos resultados son congruentes con los de estudios previos de García-Carmona (2019) y Yoon et al. (2012), que destacaban que la dificultad que los futuros maestros presentan ante la Formulación de Hipótesis explicativas se debe a un conocimiento científico bajo.

Finalmente, como ya apuntaban estudios recientes de Chan et al. (2021) y Zummo et al. (2021), los resultados muestran que el dispositivo de formación con videoanálisis de la práctica docente de indagación científica favorece la comprensión de los DFI implicados en el estudio. Se observa una clara relación entre los resultados de la competencia inicial y final con los resultados del videoanálisis. Por ejemplo, el sujeto A ha sido el que mejores resultados ha demostrado en el videoanálisis y, a la vez, el caso con mayor mejora en el postest. Contrariamente, como apuntaban otros estudios como el de McDonald

et al. (2019), aun habiendo mejorado, el sujeto con un menor competencia científica inicial fue el que mayores dificultades mostró durante el proceso formativo, debido a la falta de conocimiento científico. Cabe subrayar que, la inclusión de los grupos de discusión en la formación ha contribuido a una buena percepción y una mayor discusión de las habilidades, además de facilitar su transferencia a la práctica docente. Como la DFI del caso B destacó: «Este debate me ha ayudado a dar importancia a las habilidades científicas y me ha proporcionado más pistas para aplicarlas en mi práctica docente. [...] Al ver el modelaje de otra docente antes de aplicarlo nosotras al aula.»

En respuesta al segundo objetivo del estudio, estudiar la implementación de las habilidades científicas en sesiones de indagación, el desarrollo de las habilidades en el aula de educación primaria pasó de tener una presencia nula o con errores conceptuales en RA1 a una presencia media o alta en RA2 (Figura 3).

En las sesiones de indagación evaluadas en RA1, los DFI no implementaban las habilidades científicas o lo hacían incorrectamente. Investigaciones previas, como la de Khan & Krell (2019), han destacado que esto se debe a la falta de formación científica de los DFI de educación primaria, ya que el sistema educativo los prepara para ser docentes generalistas. Sin embargo, en RA2, después de la formación con videoanálisis, los DFI del caso B, C y D llegaron a una implementación correcta de las habilidades y, el caso A, destacó por su gran evolución, llevando a cabo una muy buena implementación de todas las habilidades. A modo de ejemplo, la DFI del caso B en RA1 llevó a cabo una indagación en el aula muy guiada. Esta consistía en calcular la masa de tres tipos de aviones de papel y la distancia que podían volar al ser lanzados, recogiendo los resultados en la pizarra. En esta sesión aparecían incipientemente algunas habilidades como la Planificación y Experimentación, que incluía los pasos que el alumnado debía seguir durante el experimento y una identificación de Variables ambiguas, así como la Interpretación, en la que se observaba una recogida de datos semiestructurada. Por lo contrario, en RA2 desarrolló una indagación más científica y con más participación del alumnado. Como argumentan Ferrés-Gurt et al. (2015), la sesión presentaba un enfoque competencial de la enseñanza, centrado en aprender ciencia y comprenderla, lo que logró una mayor motivación y actitud hacia el aprendizaje de las ciencias (Villareal-Romero et al., 2019). A partir de los resultados de la observación también se deduce una función modelizante del vídeo (Peguera-Carré et al., 2023), concretamente en la Pregunta de investigación, Variables, Planificación y Experimentación y Representación de datos.

Aunque en los cuatro casos se observa progreso, aún se identifican posibilidades de mejora en la implementación de las habilidades. Esto es coherente con los resultados de la comprensión de las habilidades en el pretest y postest. Se presentan algunas limitaciones en la implementación de estas en la enseñanza de las ciencias, una habilidad cognitiva de nivel superior a la comprensión (Ichsan et al., 2019). Yoon et al. (2012) observaron que en el proceso de implementación de la indagación en el aula frecuentemente se presentaban dificultades que atribuyeron a la naturaleza abierta de la indagación. Además, estos autores destacaron algunas dificultades concretas que presentan los DFI: la incertidumbre sobre el nivel de ayuda y orientación necesario para el alumnado en el proceso de aprendizaje, su conocimiento insuficiente sobre las habilidades implicadas en la indagación científica, o también su falta de confianza sobre sus conocimientos científicos. Parece necesario repensar la formación científica considerando también conjuntamente su implementación, análisis y evaluación (Begrich et al., 2021), para lo cual el videoanálisis puede ser una estrategia adecuada en ciclos de docencia y revisión (Criswell et al., 2022; Zummo et al., 2021).

Respondiendo al tercer objetivo, describir las sesiones de indagación científica en las dimensiones de Evaluación, Gestión y Instrucción, se observa una mejora en la práctica docente de los cuatro DFI en las tres dimensiones evaluadas en RA1 y RA2 (Figura 3). Los resultados muestran que el análisis de la práctica con vídeos se relaciona positivamente con la comprensión de la indagación, lo que ha llevado a una planificación e implementación más adecuada de las sesiones. Estos resultados van en línea con los de otras investigaciones, que destacan el impacto positivo de las observaciones de clases en la práctica docente (Roth et al., 2019; Zaragoza et al., 2021).

En cuanto a la evolución positiva en las dimensiones de la Gestión y Instrucción, en los cuatro casos se observa como las orientaciones y ayudas proporcionadas por los DFI, para el aprendizaje por indagación, se adaptan a las necesidades del alumnado. A modo de ejemplo, subrayar que en los cuatro casos el tipo de preguntas que formularon los DFI, evaluado en el quinto ítem de la dimensión de Instrucción, evolucionó hacia preguntas de orden mayor. Esto favoreció la interacción maestro-alumnado y entre el propio alumnado del aula, promoviendo así, cuanto a la dimensión de Gestión, un buen clima de trabajo en el aula y, asimismo, el proceso de aprendizaje (Hiltunen et al., 2021). Aún así, en el caso C, en RA2, se observa un ligero empeoramiento en la Gestión del aula a medida que avanza la sesión. Este deterioro progresivo podría explicarse por la

aparición de cansancio y fatiga durante situaciones de aprendizaje prolongadas (Peguera-Carré et al., 2023).

En RA2 mejoró también la dimensión de Evaluación, ya que los DFI tenían más claros los objetivos de aprendizaje y, por consiguiente, los criterios de evaluación. Además, los DFI estuvieron más pendientes de la supervisión del proceso de aprendizaje del alumnado, adaptando su actuación docente durante la indagación proporcionando un mayor feedback explicativo. Los DFI formularon múltiples preguntas cerradas sobre la relación entre magnitudes, para guiar al alumnado en la revisión de las evidencias para llegar a explicaciones científicas. Las preguntas estructuraron el proceso de aprendizaje, simplificando un proceso complejo como es la Interpretación, lo que sirvió al alumnado como andamiaje (Hiltunen et al., 2021). Así, los DFI proporcionaron al alumnado una ayuda al dividir el proceso de Análisis de Datos de la experimentación en pasos más pequeños, favoreciendo así la extracción de conclusiones (Lehtinen & Viiri, 2017).

En conclusión, los casos presentados han permitido describir la mejora de la práctica docente, respecto a la indagación científica, de maestros en formación en el aula de educación primaria después de participar en una formación específica con videoanálisis. El estudio se ha centrado en cuatro casos con una media o baja competencia indagadora inicial, un punto de partida habitual en los DFI (García-Carmona, 2019; Kim & Tan, 2011). Los resultados permiten afirmar que los cuatro casos muestran un gran avance en la comprensión de las habilidades científicas implicadas en una indagación, así como una actuación más eficaz en la práctica docente indagadora después de la formación específica con videoanálisis. Esta investigación se ha limitado a maestros en formación, así futuras iteraciones podrían trasladar esta propuesta formativa a la formación continua de docentes en activo de educación primaria. Ante esta posibilidad, se propone la recogida de grabaciones de vídeos en las aulas durante el proceso formativo aumentando los puntos de control y, asimismo, promoviendo la implementación de indagaciones en las escuelas de educación primaria.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó con el apoyo de la Agència d'Ajuts per a la Recerca i Universitats (2017 ARMIF 00028 y 2020 ARMIF 00019) 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. Los autores también 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 en el trabajo de campo en las aulas de educación primaria.

Referencias

- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado (2022). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, 24386-24504.
- Begrich, L., Kuger, S., Klieme, E., & Kunter, M. (2021). At a first glance—How reliable and valid is the thin slices technique to assess instructional quality? *Learning and Instruction*, 74, Article 101466. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101466>
- Cebrián-Robles, D., España-Ramos, E., & Reis, P. (2021). Introducing preservice primary teachers to socioscientific activism through the analysis and discussion of videos. *International Journal of Science Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1969060>
- Chan, K. K. H., Xu, L., Cooper, R., Berry, A., & van Driel, J. H. (2021). 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, 37-46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Coiduras, J. L., Blanch, À., & Barbero, I. (2020). Initial teacher education in a dual-system: Addressing the observation of teaching performance. *Studies in Educational Evaluation* 64, Article 100834. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100834>
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage.
- 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>
- Dagnino, F., Dimitriadis, Y., Pozzi, F., Rubia-Avi, B., & Asensio-Pérez, J. (2020). The role of supporting technologies in a mixed methods research design. [El rol de las tecnologías de apoyo en un diseño de investigación de métodos mixtos]. *Comunicar*, 65, 53-63. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-05>

- Departamento de Educación de Cataluña (2017). *Currículum educació primària*. Servei d'Ordenació Curricular d'Educació Infantil i Primària.
- 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>
- European Commission (2013). *Key Data on Teachers and School Leaders in Europe. Eurydice Report*. Publications Office of the European Union.
- Exploratorium (2023). *Magnet investigation*. <https://www.exploratorium.edu/education/ifi/inquiry-and-eld/educators-guide/magnet-investigation>
- Ferrés-Gurt, C., & Marbà-Tallada, A. (2018). Problems students experience with inquiry processes in the study of enzyme kinetics. *Journal of Biological Education*, 52(1), 113-120. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1285801>
- Ferrés-Gurt, C., Marbà-Tallada, A., & Sanmartí-Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2900/2584>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- García-Carmona, A. (2019). Pre-service primary science teachers' abilities for solving a measurement problem through inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9858-7>
- Gillies, R. M., & Nichols, K. (2015). How to support primary teachers' implementation of inquiry: Teachers' reflections on teaching cooperative inquiry-based science. *Research in Science Education*, 45(2), 171-191. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9418-x>
- 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>
- Hiltunen, M., Kärkkäinen, S., & Keinonen, T. (2021). Identifying Student Teachers' Inquiry-Related Questions in Biology Lessons. *Education Sciences*, 11(2), 87. <https://doi.org/10.3390/educsci11020087>

- Ichsan, I. Z., Sigit, D. V., & Miarsyah, M. (2019). Environmental Learning Based on Higher Order Thinking Skills: A Needs Assessment. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 1(1), 21-24. <https://doi.org/10.29103/ijevs.v1i1.1389>
- Khan, S., & Krell, M. (2019). Scientific reasoning competencies: A case of preservice teacher education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(4), 446-464. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00063-9>
- Kim, M., & Tan, A. L. (2011). Rethinking difficulties of teaching inquiry-based practical work: stories from elementary pre-service teachers. *International Journal of Science Education*, 33(4), 465-486. <https://doi.org/10.1080/09500691003639913>
- Kramer, M., Förtsch, C., Stürmer, J., Förtsch, S., Seidel, T., & Neuhaus, B. J. (2020). Measuring biology teachers' professional vision: Development and validation of a video-based assessment tool. *Cogent Education*, 7(1), 1823155. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2020.1823155>
- 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>
- Lehtinen, A., & Viiri, J. (2017). Guidance provided by teacher and simulation for inquiry-based learning: A case study. *Journal of science education and technology*, 26(2), 193-206. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9672-y>
- 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>
- Maxwell, J. A. (2021). Why qualitative methods are necessary for generalization. *Qualitative Psychology*, 8(1), 111-118. <https://doi.org/10.1037/qup0000173>
- 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>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020). *TIMSS 2019. Estudio internacional de tendencias en matemáticas y ciencias. Informe Español*. Subdirección General de Atención al Ciudadano, Documentación y Publicaciones.

- Mostafa, T., Echazarra, A., & Guillou, H. (2018). The science of teaching science: An exploration of science teaching practices in PISA 2015. *OECD Education Working Papers, n° 188*. Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing. <http://doi.org/10.1787/f5bd9e57-en>
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2019). *PISA 2018. Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- 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: A case study. *Revista de Investigación Educativa, 39*(1), 111-130. <https://doi.org/10.6018/rie.415271>
- Peguera-Carré, M. C., Coiduras, J., Aguilar, D., & Blanch, A. (2023). Evaluation of preservice teachers' performance in school through video observations during the COVID-19 pandemic. *European Journal of Educational Research, 12*(2), 851-863. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.851>
- 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>
- Schvartzter, M., Elazar, M., & Kapon, S. (2021). Guiding physics teachers by following in Galileo's footsteps. *Science & Education, 30*, 165-179. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00160-4>
- 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.
- 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>
- Solís-Espallargas, C., & Morón-Monge, H. (2020). How to improve sustainability competences of teacher training? Inquiring the prior knowledge on climate change in primary school students. *Sustainability, 12*(16), 6486. <https://doi.org/10.3390/su12166486>

- Villareal-Romero, S., Olaya-Escobar, E., Leal-Peña, E., & Palacios-Chavarro, J. (2019). Children with grand Imaginaries: Bringing them closer to the world of science. [Pequeños con grandes imaginarios: Cómo acercarlos al mundo de la ciencia]. *Comunicar*, 60, 29-38. <https://doi.org/10.3916/C60-2019-03>
- 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>
- Yoon, H. G., Joung, Y. J., & Kim, M. (2012). The challenges of science inquiry teaching for pre-service teachers in elementary classrooms: Difficulties on and under the scene. *Research in Science Education*, 42(3), 589-608. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9212-y>
- 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), 744-763. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1989645>

Apéndice

Habilidades científicas	Etiqueta conceptual	Descripción
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	Observable	La pregunta de investigación debe basarse en hechos observables y orientar la recogida de evidencias o datos empíricos.
	Motivadora	La pregunta de investigación invita a investigar.
	Metodológica	La pregunta de investigación sugiere procesos o aspectos metodológicos.
	Investigable	Hay que distinguir entre lo que es una pregunta investigable y no investigable.
	Inicial	La pregunta de investigación marca el inicio y orienta los objetivos del proceso de investigación.
FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS Y PREDICCIONES	Testeable	Las hipótesis y predicciones deben comprobarse experimentalmente. Se pueden corroborar o refutar con los datos y evidencias derivados del proceso de investigación.
	Explicación	La hipótesis tratan de dar posibles explicaciones o razonamientos científicos relacionados con el problema o la cuestión que se quiere investigar.
	Múltiples	Las hipótesis y predicciones no son únicas, y es posible proponer más de una para la misma pregunta de investigación.
	Pronóstico	Una predicción es una pronóstico sobre lo que ocurrirá con el problema o la cuestión que se está investigando.
	Causa-efecto	Las predicciones utilizan estructuras de causa-efecto.
	Evidencias	Las experiencias o evidencias previas ayudan a formular predicciones sobre el problema o la cuestión que se investiga.
PLANIFICACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN VARIABLES	Coherencia	El diseño experimental debe estar relacionado con la pregunta de investigación planteada.
	Control	La planificación de una investigación debe hacer hincapié en la fiabilidad de la recogida de datos (teniendo en cuenta las variables de control, la repetición de las medidas, los conocimientos técnicos con respecto al uso de los instrumentos y los materiales).
	VARIABLES	Incluye las variables de estudio que nos permitirán dar respuesta al problema de investigación.
	Corroboración	La investigación se planifica para corroborar la veracidad de las hipótesis o predicciones formuladas al inicio del proceso de investigación.

Habilidades científicas	Etiqueta conceptual	Descripción	
DISEÑO	Recogida	La planificación implica considerar cómo recopilar y organizar los datos empíricos.	
	Pasos	El diseño experimental es una secuencia de pasos ordenados.	
	Ejecución	Experimentar implica ejecutar meticulosamente el diseño experimental o la planificación propuesta.	
	Materiales	El diseño experimental debe incluir el material necesario para llevar a cabo la tarea de indagación.	
	Instrumentos	Cuando se planifica una investigación hay que diferenciar entre los instrumentos para medir la variable independiente y el resto de materiales necesarios para llevar a cabo la indagación.	
REPRESENTACIÓN	Tabla	Tener los datos organizados en tablas facilitará el proceso de análisis e interpretación de los resultados.	
	Gráfico	Las representaciones gráficas ayudan a interpretar los resultados.	
INTERPRETATION	ANÁLISI DE DATOS	Comparación	El análisis de los resultados implica comparar y contrastar los datos y las explicaciones entre los distintos grupos en el aula.
		Conclusiones	La interpretación nos permitirá resolver el problema o responder a la pregunta que se ha formulado para la investigación.
		Confirmación	La interpretación de los resultados ayudará a confirmar las hipótesis y predicciones formuladas.
		Discusión	El debate entre los distintos miembros del grupo clase beneficia el proceso de interpretación.
		Modelos	Interpretar y analizar los datos y resultados derivados de una investigación supone construir modelos científicos más avanzados.
		Patrones	Durante la interpretación deben encontrarse patrones entre los datos recogidos que analicen las relaciones entre las variables independientes y dependientes estudiadas.
		Comprensión	Interpretar implica argumentar y comprender las evidencias obtenidas durante la indagación.

The background features a light blue network diagram with interconnected nodes and lines. The nodes are represented by circles of varying sizes, some containing smaller squares or concentric circles. The lines connect these nodes in a web-like structure, creating a sense of global connectivity.

DISCUSSION GLOBAL DELS RESULTATS

7. Discussió global dels resultats

Després d'haver presentat els resultats en les respectives publicacions, en aquest capítol s'exposa la discussió global dels resultats. Els quatre estudis que constitueixen la tesi donen resposta a la necessitat de proporcionar suport al coneixement sobre la indagació científica i la seva implementació pràctica per part dels DFI. El dispositiu formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo, dissenyat i experimentat amb estudiantat del GEP-dual, ha evidenciat un impacte positiu en el coneixement específic de les habilitats científiques i en la implementació d'aquestes en l'ensenyament i aprenentatge de les ciències experimentals. Aquest objectiu general es concreta en cinc objectius específics de recerca plantejats al capítol 4 (Taula 3), a través dels quals s'han articulats els diferents estudis de recerca que constitueixen la present tesi.

En primer lloc (apartat 7.1), es discuteixen les dades de l'Estudi 1 i 2, per tal de centrar la discussió en la identificació i codificació de les habilitats científiques i els ajuts pedagògics que les acompanyen per part del grup experimental durant la tasca d'anàlisi de vídeo del procés formatiu. En segon lloc (apartat 7.2), s'aborden els resultats presentats en l'Estudi 1 sobre l'impacte del procés formatiu, amb o sense anàlisi de vídeo, en el coneixement de les habilitats científiques dels participants. Els apartats 7.1 i 7.2 donen resposta als Objectius Específics 1 i 2. En tercer lloc (apartat 7.3), s'analitzen els resultats derivats de la pràctica docent dels DFI del grup experimental als centres educatius d'Educació Primària, també inclosos en l'Estudi 2, per tal de respondre a l'Objectiu Específic 3 d'aquesta tesi. En quart lloc (apartat 7.4), la discussió es focalitza en l'estudi confirmatori de l'instrument d'observació FIR-THOR, presentat en l'Estudi 3 i que respon a l'Objectiu Específic 4. Finalment (apartat 7.5), a partir d'aquest darrer estudi, es procedeix a l'anàlisi de les intervencions d'indagació científica dels DFI a les aules –en les dimensions d'*Avaluació*, *Gestió* i *Instrucció*–, fet que permet tractar l'Objectiu Específic 5 present en l'Estudi 4.

7.1. Anàlisi de vídeo d'una pràctica d'indagació durant el procés formatiu dels DFI

A continuació es discuteixen els resultats del procés formatiu dels participants del grup experimental en la tasca d'anàlisi de vídeo referents a la identificació i codificació de les habilitats científiques i dels ajuts pedagògics que les

acompanyen. En concret, aquests donen resposta a l'objectiu específic: *estudiar la identificació i codificació de les habilitats científiques i els ajuts pedagògics que les acompanyen en l'anàlisi de vídeo que els DFI realitzen d'una pràctica de referència sobre indagació en l'Educació Primària*, desenvolupat en els Estudis 1 i 2 de la tesi.

La taula 9 presenta l'acord del grup experimental amb els tres investigadors externs en la identificació i codificació de les habilitats científiques.

Taula 9

Percentatge d'acord dels DFI del grup experimental amb els experts en la identificació de les habilitats científiques i anàlisi inductiu de la seva codificació i argumentació, indicant la freqüència absoluta d'aparició d'aquestes idees (n_i)

Habilitat científica	Acord en la identificació	Etiqueta conceptual	Codificació i argumentació que explicita l'estudiantat	n_i
Pregunta d'investigació	62,8%	Observable	La pregunta ha de basar-se en fets observables i orientar la recollida d'evidències o dades empíriques.	14
		Motivadora	La pregunta d'investigació invita a descobrir.	64
		Metodològic	La pregunta de recerca suggereix processos o aspectes metodològics.	3
		Investigable	Cal distingir entre allò que és una pregunta investigable i no investigable.	9
		Inicial	La pregunta de recerca marca l'inici i orienta els objectius del procés d'investigació.	41
Hipòtesis i prediccions	18,0%	Testejable	Les hipòtesis i prediccions s'han de comprovar experimentalment. Es poden corroborar o refutar amb les dades i les evidències derivades del procés d'investigació.	2
		Explicació	Les hipòtesis intenten donar possibles explicacions o raonaments científics relacionats amb el problema o la qüestió que es vol investigar.	6
		Múltiples	Les hipòtesis i prediccions no són úniques, i és possible proposar-ne més d'una per a la mateixa pregunta de recerca.	6
		Pronòstic	Una predicció és un pronòstic sobre què passarà amb el problema o la qüestió que s'està investigant.	3
		Causa-efecte	Les prediccions utilitzen estructures de causa-efecte.	2
		Evidències	Les experiències o evidències prèvies ajuden a formular prediccions sobre el problema o la qüestió que s'investiga.	8

Habilitat científica	Acord en la identificació	Etiqueta conceptual	Codificació i argumentació que explicita l'estudiantat	<i>n_i</i>	
Planificació i experimentació	Variables	Coherència	El disseny experimental ha d'estar relacionat amb la pregunta de recerca plantejada.	16	
		Control	La planificació d'una investigació ha de posar èmfasi a la fiabilidad de la recollida de dades (tenint en compte les variables de control, la repetició de les mesures, els coneixements tècnics pel que fa a l'ús dels instruments i els materials).	31	
		Variables	Inclou les variables d'estudi que ens permetran donar resposta al problema d'investigació.	23	
		Corroboració	La investigació es planifica per a corroborar la veracitat de les hipòtesis o les prediccions formulades a l'inici del procés de recerca.	2	
	Disseny experimental	63,6%	Recollida	La planificació implica considerar com recopilar i organitzar les dades empíriques.	11
			Passos	El disseny experimental és una seqüència de passos ordenats.	50
			Execució	Experimentar implica executar meticulosament el disseny experimental o la planificació proposada.	13
			Materials	El disseny experimental ha d'incloure el material necessari per dur a terme la tasca d'indagació.	30
			Instruments	Quan es planifica una investigació cal diferenciar entre els instruments per mesurar la variable independent i la resta de materials necessaris per dur a terme la indagació.	8

Habilitat científica	Acord en la identificació	Etiqueta conceptual	Codificació i argumentació que explicita l'estudiantat	<i>n_i</i>	
Interpretació	Organització de dades	Taula	Tenir les dades organitzades en taules facilitarà el procés d'anàlisi i interpretació dels resultats.	35	
		Gràfica	Les representacions gràfiques ajuden a interpretar-ne els resultats.	73	
	Anàlisi de dades	62,9%	Comparació	L'anàlisi dels resultats implica comparar i contrastar les dades i les explicacions entre els diferents grups a l'aula.	37
		Vocabulari	La interpretació dels resultats ajuda a desenvolupar el llenguatge científic.	1	
		Conclusions	La interpretació permetrà resoldre el problema o respondre a la pregunta que s'ha formulat per a la investigació.	68	
		Confirmació	La interpretació dels resultats ajudarà a confirmar les hipòtesis i les prediccions formulades.	20	
		Discussió	El debat entre els diferents membres del grup classe beneficia el procés d'interpretació.	74	
		Models	Interpretar i analitzar les dades i resultats derivats d'una investigació suposa construir models científics més avançats.	4	
		Patrons	Durant la interpretació s'han de trobar patrons entre les dades recollides que analitzen les relacions entre les variables independents i dependents estudiades.	20	
		Comprensió	Interpretar implica argumentar i comprendre les evidències obtingudes durant la indagació.	33	

La Taula 9 presenta el resultat de la identificació i codificació realitzada pels DFI sobre les habilitats científiques, dades que permeten analitzar la comprensió d'aquestes per part dels participants en l'estudi. Destaca l'elevat acord amb els experts, superior al 62,8%, en la identificació de la *Pregunta d'Investigació*, la *Planificació i Experimentació*, la *Interpretació* i, per contra, s'identifica un baix acord, del 18,0%, en la identificació de les *Prediccions i Hipòtesis*. La major coincidència amb els experts en la identificació en algunes habilitats sobre d'altres podria explicar-se per la freqüència d'aparició d'aquestes en els clips de vídeo analitzats. La major representació en els vídeos d'algunes de les habilitats implica que el DFI disposa de més oportunitats per reconèixer-les i per obtenir més informació sobre les tasques implicades en implementació d'aquestes habilitats en una situació real d'aula (Cavlazoglu & Stuessy, 2018).

En la mateixa línia, també s'observa una codificació i argumentació amb major nombre d'idees per aquelles habilitats més representades en els vídeos. L'estudi qualitatiu de la codificació (Taula 9), dut a terme amb ATLAS.TI, ha permès disposar d'informació sobre la comprensió dels DFI sobre cadascuna de les habilitats. Concretament, la docent que apareix en el vídeo dona molt d'èmfasi a la *Pregunta d'Investigació*, la *Planificació i Experimentació* i a la *Interpretació*. Com destaca Cebrián-Robles et al. (2019), la major representació de certs esdeveniments durant un anàlisi de vídeo comporta que, en aquest cas, el DFI obtingui més informació d'aquests i, per tant, pugui discutir-los i argumentar-los utilitzant un conjunt d'idees més ampli i divers. Per exemple, en referència a les tres esmentades habilitats, els DFI les argumenten utilitzant un major nombre d'idees respecte a les altres habilitats menys representades en els vídeos: *Pregunta d'Investigació* ($n_i=131$), *Planificació i Experimentació* ($n_i=184$) i *Interpretació* ($n_i=365$). En el mateix sentit, el nivell de concreció de l'argumentació d'aquestes habilitats, com s'observa en la Taula 9, també és major. En canvi, les *Prediccions i Hipòtesis* només apareixen representades en moments puntuals dels vídeos i, per aquest motiu, els DFI presenten menys argumentació i idees relacionades amb aquesta habilitat ($n_i=27$), les quals s'associen només a 6 etiquetes conceptuals que en defineixen les característiques principals.

Com suggereixen Rönnebeck et al. (2016), les habilitats científiques requereixen d'un elevat nivell de complexitat cognitiva ja que impliquen integrar la informació que es té de la pròpia habilitat a la temàtica científica que s'està treballant. L'estudi de l'argumentació realitzada pels DFI ha permès analitzar el coneixement general que tenen sobre l'aplicació pràctica de les habilitats

científiques, separant la relació d'aquestes amb la temàtica científica concreta que es treballa en els vídeos analitzats (el magnetisme).

En la següent taula 10 s'introdueix el grau d'acord en la identificació dels ajuts pedagògics entre els DFI i els experts en la tasca d'anàlisi de vídeo.

Taula 10

Percentatge d'acord dels DFI del grup experimental amb els experts en la identificació dels ajuts pedagògics que acompanyen les habilitats científiques

Ajuts pedagògics	Acord en la identificació
Retroaccions o feedback	50,4%
Pistes	78,5%
Instruccions	73,6%
Explicacions	49,0%
Models	59,4%
Preguntes	74,2%

Referent als ajuts pedagògics (Taula 10), s'observa un grau d'acord dels DFI amb els experts d'entre el 49,0% i el 78,5%. D'una banda, l'ajut docent més utilitzat per la mestra experta és el de fer *Preguntes*, amb una freqüència absoluta de representació en les unitats d'anàlisi dels vídeos del 61,0%, i alhora també ha estat un dels més identificats pels DFI en la tasca d'anàlisi de vídeo. Segons argumenten Hiltunen et al. (2021) i Nawani et al. (2018), fer *Preguntes* és un dels ajuts que més freqüentment s'utilitza ja que facilita a l'estudiant l'organització i estructuració d'un procés d'aprenentatge i, en el cas que ens ocupa, pot contribuir a simplificar processos cognitius complexos com és la implementació de les diferents habilitats científiques. D'altra banda, les *Explicacions* de la mestra experta només estaven representades en el 19,0% de les unitats de vídeo analitzades, fet que és congruent amb la menor identificació d'aquest ajut pedagògic demostrada pels DFI. Per tant, tot i que tots els ajuts tenen una suficient representació en els vídeos, com ja apuntaven Blomberg et al, (2013), una major freqüència i varietat de representació influeix a la identificació d'aquestes en els vídeos.

Els resultats de l'anàlisi de vídeo realitzats pels DFI són coherents amb el que proposen autors com Johnson i Cotterman (2015), que també han argumentat

sobre els beneficis de l'ús del vídeo en la formació dels DFI. Aquests beneficis no es limiten a donar sentit als esdeveniments de l'aula que es visualitzen, sinó que també permeten despertar l'interès o la necessitat de comprendre la temàtica tractada i el coneixement de les habilitats científiques en joc. En aquest estudi, com proposen Rich i Hannafin (2009), s'ha incorporat l'anàlisi de vídeo, no com a una simple codificació per conèixer una metodologia, sinó també amb l'objectiu d'argumentar i reflexionar sobre la situacions d'ensenyament i aprenentatge per indagació, en favor del desenvolupant de la visió professional (Sherin, 2007). Així mateix, els grups de discussió que han acompanyat a l'anàlisi en vídeo han contribuït a reflexionar sobre aquest i a promoure el seu potencial formatiu, afavorint una lectura i comprensió profunda de la pràctica docent i dels diferents elements implicats. En consonància amb el que diferents autors han expressat, en aquest estudi l'anàlisi de la pràctica de docents experts ha repercutit en el coneixement del contingut de ciències i en el coneixement d'aspectes pedagògics més generals dels DFI (Chan et al., 2021; Criswell et al., 2022; Luna, 2018; Zummo et al., 2021).

En resum, els DFI del grup experimental van ser capaços d'identificar i codificar individualment les habilitats que apareixen als vídeos i els ajuts que les acompanyen, tot i que no la totalitat d'elles. Els grups de discussió han fomentat la discussió i l'argumentació sobre les habilitats menys codificades. Per tant, com els resultats suggereixen, l'anàlisi de vídeo individual, juntament els grups de discussió, han proporcionat coneixement específic sobre les habilitats implicades en una indagació científica i han contribuït a la comprensió d'aquestes.

7.2. Coneixement sobre les habilitats científiques dels DFI

En aquest apartat es discuteix l'impacte del procés formatiu, amb o sense anàlisi de vídeo, en el coneixement de les habilitats científiques dels participants del grup experimental i del grup de control abans i després del procés formatiu. Aquest es va analitzar en l'Estudi 1 a partir dels resultats del pre- i postest d'indagació científica, per tal de donar resposta al següent objectiu específic: *analitzar l'impacte del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo en el coneixement dels DFI sobre les habilitats científiques implicades en un procés indagador.*

La taula 11 presenta els resultats de la prova Wilcoxon (p) i les grandàries de l'efecte pertinents (r) d'ambdós grups per comparar el desenvolupament de les habilitats científiques en el test d'indagació científica abans i després de participar en el procés formatiu.

Taula 11

Comparació del desenvolupament de les habilitats científiques en el test d'indagació abans i després del procés formatiu dels grups de control i experimental

Habilitat científica		Grup de Grup			
		Control	Experimental		
		p	r	p	r
Pregunta d'investigació		,104	,26	,003*	,42
Hipòtesis i prediccions		,405	,13	,001*	,64
Planificació i experimentació	Variables	,003*	,47	,001*	,66
	Disseny experimental	,03*	,35	,001*	,73
Interpretació	Organització de dades	1	0	,001*	,48
	Anàlisi de dades	,01*	,41	,001*	,63

* El nivell de significació és ,05

Com s'observa en la Taula 11, la prova Wilcoxon permet afirmar que els DFI pertanyents al grup experimental van mostrar una millora estadísticament significativa (p) i amb una importància pràctica (r) en totes les habilitats científiques analitzades en el test d'indagació. Específicament, les habilitats de *Planificació i Experimentació* així com la d'*Interpretació* van ser les que més van destacar per la seva millora després de la formació amb anàlisi de vídeo. En el grup de control, els resultats de la prova Wilcoxon i les grandàries de l'efecte pertinents mostren una evolució positiva, però no estadísticament significativa ni amb una importància pràctica en el conjunt de les habilitats científiques avaluades.

L'absència d'anàlisi de vídeo al procés formatiu del grup control sembla explicar la menor millora obtinguda. Tal com han posat de manifest Zummo et al. (2021), la tasca d'anàlisi de vídeo ha dirigit l'atenció dels DFI al contingut específic de les habilitats científiques. La identificació i codificació d'aquestes els ha ajudat a

mobilitzar un conjunt de conceptes per aprofundir en el coneixement de cada habilitat. Aquests resultats són congruents amb alguns estudis de l'última dècada, en els quals l'anàlisi de la pràctica a través de vídeos va demostrar la seva eficàcia per a presentar concepcions més informades sobre les pràctiques científiques i el desenvolupament professional en l'ensenyament de les ciències (Radloff & Guzey, 2017; Roth et al., 2019).

Per tant, l'Estudi 1 posa de manifest que, tot i que la literatura destaca els reptes que suposa per als DFI l'aprenentatge per indagació científica (García-Carmona, 2019), incorporar l'anàlisi de vídeo en el procés formatiu ha beneficiat el seu coneixement sobre les habilitats científiques.

7.3. Implementació dels DFI de les habilitats científiques a l'aula escolar

En aquest apartat s'aborda l'Objectiu Específic 3 –*estudiar la implementació de les habilitats científiques i dels ajuts pedagògics que realitzen els DFI a l'aula escolar abans i després del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo*–, tractat en l'Estudi 2 de la tesi. Així, la discussió es centra en la pràctica docent dels DFI participants als centres educatius on desenvolupen les seves pràctiques externes durant el GEP-Dual.

La Taula 12 presenta la freqüència relativa (f_i) de la implementació pràctica de les habilitats científiques i els ajuts pedagògics que les acompanyen en els registres audiovisuals del grup experimental. Les sessions analitzades en aquests registres van ser dutes a terme en els centres d'Educació Primària abans i després que els DFI participessin en el procés formatiu. Es destaca amb ombreig gris la simultaneïtat entre habilitats i ajuts amb una f_i igual o superior a l'1%, ja que RA1 i RA2 presenten un número elevat d'unitats d'anàlisi.

Taula 12

Freqüència relativa (f_i) de la implementació simultània de les habilitats científiques i dels ajuts pedagògics per part dels DFI a l'aula, abans (RA1) i després (RA2) de la formació

f_i	Codi	Registre audiovisual	Ajuts pedagògics					
			Feedback	Pistes	Instruccions	Explicacions	Models	Preguntes
Habilitat científica	Pregunta d'investigació	RA1	0	,1	,3	0	0	,9
		RA2	,5	,3	,5	,5	0	3
	Prediccions	RA1	0	0	,2	,1	0	1,1
		RA2	1,4	,4	,7	,8	,2	5,5
	Hipòtesis	RA1	,1	0	,1	,1	0	,5
		RA2	1,9	,1	,4	,3	,2	3
	Planificació i experimentació	RA1	1,6	,2	4,5	1,4	,4	5,2
		RA2	3,9	,5	6,4	1,8	1,1	5,3
	Interpretació	RA1	,1	,1	0	,1	0	,5
		RA2	1,1	,6	,2	,8	,3	3,6

En les intervencions d'indagació dels DFI abans de participar en el procés formatiu, RA1, només destaca la *Planificació i Experimentació* com l'habilitat científica més utilitzada. Sí que hi destaca l'ús d'ajuts pedagògics, però sense acompanyar la implementació de les habilitats científiques. Els patrons de conducta detectats en els DFI permeten identificar les intervencions observades abans de la formació com a més properes a la demostració científica i a la introducció de contingut principalment des d'un enfocament teòric (García-Carmona et al., 2017; Solé-Llussà et al., 2018).

Pel que fa a les intervencions realitzades després de participar en el procés formatiu, RA2, s'emfatitza la transició des de models més convencionals cap a pràctiques indagadores, tot integrant totes les habilitats científiques en el procés investigador. Apareixen patrons de conducta més complexos, amb un augment significatiu en la freqüència i la varietat de les habilitats en combinació amb els ajuts pedagògics. En particular, les *Preguntes* i les *Retroaccions* o el *Feedback* destaquen com els ajuts amb més simultaneïtat amb el conjunt d'habilitats científiques, fet que pot entendre's per ser uns ajuts pedagògics genèrics i flexibles, transferibles a diferents disciplines o situacions d'aula. Com destaquen van de Pol et al. (2011), les *Preguntes* i les *Retroaccions* o el *Feedback* són ajuts eficaços tant per fomentar la participació, com per donar suport a la supervisió de la comprensió de l'alumnat en el procés d'ensenyament i aprenentatge.

A més, aquests dos tipus d'ajuts també eren els més utilitzats per acompanyar la implementació de les habilitats científiques per la mestra en la sessió d'indagació analitzada durant el procés formatiu. Per tant, es detecta en els DFI seqüències d'indagació similars a les que han observat durant la tasca d'anàlisi de vídeo. Es pot entendre que han extrapolat les accions de la docent experta a la seva pràctica docent, fet que com s'ha proposat en la literatura suggereix una funció modeladora del vídeo (Roth et al., 2019; Zaragoza et al., 2021).

En aquesta transició cap a pràctiques indagadores, també s'observa un augment en l'ús d'eines tecnològiques en la pràctica docent d'aula dels DFI. Aquestes eines tecnològiques, com destaca Grimalt-Álvaro et al. (2019), s'empren en benefici de l'enfocament metodològic, la indagació. En concret, com ressalten Koehler et al. (2013) i Puentedura (2010), obren noves oportunitats en el tractament de la informació i en l'experimentació a l'aula.

Per tant, els bons resultats obtinguts durant el procés formatiu experimentat sobre la comprensió de les habilitats són coherents amb els resultats obtinguts, en primer lloc, en el test d'indagació científica sobre el seu coneixement i, en segon lloc, amb la implementació pràctica a l'aula escolar. El dispositiu formatiu

d'anàlisi de vídeos en la formació inicial de mestres ha fomentat el desenvolupament de la visió professional en els DFI, ja que ha permès que identifiquin i argumentin situacions docents relacionades amb l'ensenyament i aprenentatge de la indagació (Blömeke et al., 2015; Roth et al., 2019; Shulman, 1987). Això ha fet que millori la seva comprensió d'aquesta metodologia, i també ha afavorit la transferència a la seva pràctica professional (Fauth & González-Martínez, 2021; van Es & Sherin, 2002, 2008).

7.4. Observació de la pràctica docent dels DFI a l'aula d'Educació Primària

Tot seguit es discuteixen els resultats de l'estudi metodològic d'aquesta tesi, el qual respon a l'Objectiu Específic 4 –*confirmar la fiabilitat de FIR-THOR per avaluar la pràctica docent dels DFI a l'escola mitjançant enregistraments de vídeo*–.

En el marc d'aquesta tesi es volia analitzar els resultats de l'impacte del procés formatiu en les indagacions científiques a l'aula dels DFI, no només en relació amb les habilitats científiques implicades en la indagació, sinó també en relació amb la seva pràctica pedagògica general (aplicable a diferents disciplines). Per aquest motiu va ser necessari desenvolupar l'Estudi 3, que respon a la necessitat de disposar d'un instrument fiable per a observar i avaluar l'acció docent pedagògica a les escoles.

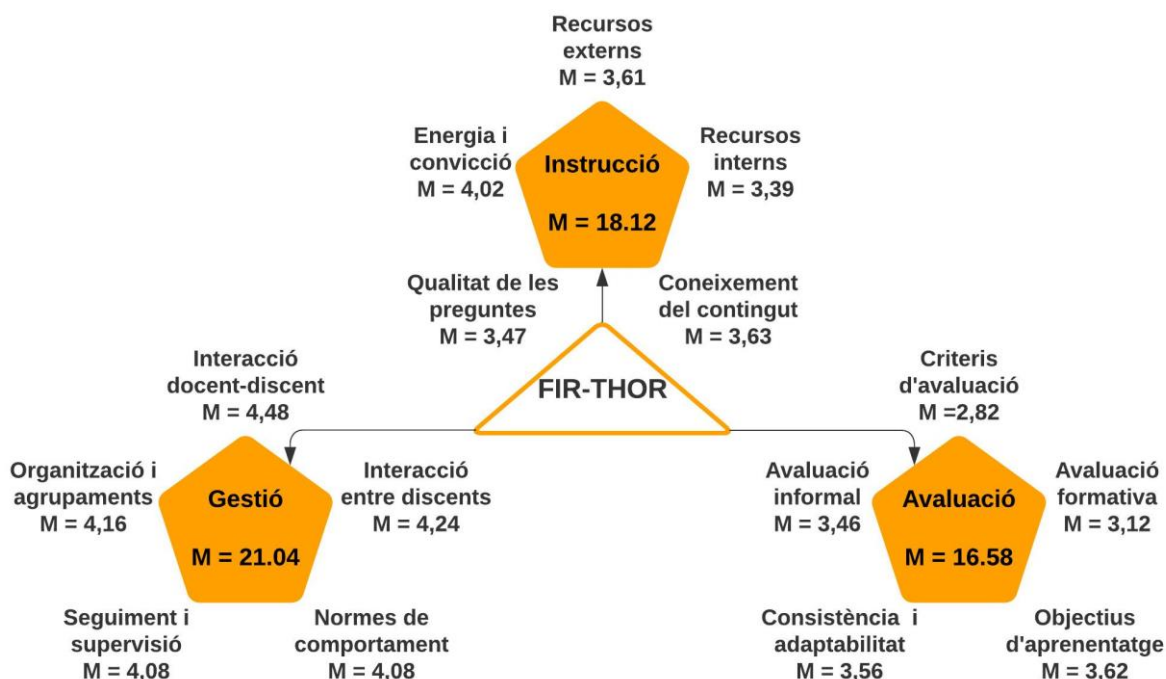
En aquest estudi s'utilitza el FIR-THOR, que sorgeix de la proposta de Bell et al. (2019), Coiduras et al. (2020) i Good et al. (2006), per tal de dur a terme una CFA d'aquest instrument per avaluar la pràctica docent dels DFI mitjançant vídeos. L'experimentació de l'instrument es desenvolupa amb una mostra diferenciada de DFI respecte als estudis 1, 2 i 4 de la tesi, ja que engloba: (i) un major nombre de participants i (ii) les seves intervencions a l'aula tenint en compte la diversitat d'àrees curriculars existents a l'Educació Primària.

D'una banda, els resultats del CFA confirmen la validesa i fiabilitat de l'instrument per avaluar l'actuació docent a través d'enregistraments d'enregistraments en vídeo. A més, la combinació d'enregistraments en vídeo amb l'instrument d'avaluació ha proporcionat una solució eficient davant les limitacions trobades en la tutorització de les pràctiques externes dels DFI durant la pandèmia de la COVID-19 (Hodges et al., 2020).

D'altra banda, com es pot veure en la Figura 6, el fet d'experimentar l'instrument FIR-THOR en la formació inicial de mestres ha permès detectar les fortaleses i necessitats en les dimensions d'*Avaluació*, *Gestió* i *Instrucció* de l'ensenyament d'un grup d'estudiants (Coiduras et al., 2020).

Figura 6

Mitjana aritmètica del desenvolupament pràctic dels DFI de l'Estudi 3 en les dimensions i ítems del FIR-THOR



Els resultats de l'experimentació, Figura 6, mostren que el DFI participants van obtenir puntuacions altes, sobretot en la dimensió de *Gestió* de l'aula. Els DFI tendeixen a afavorir un clima positiu a l'aula, que com Good et al. (2006) destaquen, proporciona una relació positiva entre el docent, els discents i el grup d'iguals, fet que genera un entorn d'aprenentatge favorable, segur i de respecte mutu. Amb relació a la *Instrucció*, els DFI observats obtenen puntuacions superiors a 3,39 i es constanten les dificultats que presenten els docents en formació per introduir conceptes nous o difícils a l'aula. També s'observa que, tot i formular preguntes per acompanyar la instrucció, falta que aquestes afavoreixin respostes més inferencials i crítiques (Peguera-Carré et al., 2021). Com discuteixen Ball et al. (2008) i Venkat et al. (2014), aquest fet podria estar en consonància amb les mancances en el domini del coneixement profund del contingut. Finalment, els DFI obtenen puntuacions més baixes, entre 2,82 i 3,62, en els ítems d'*Avaluació*. S'observa que els DFI acostumen a proporcionar un

feedback constant a l'alumnat i a planificar uns criteris d'avaluació. No obstant això, aquests criteris no segueixen uns estàndards o rúbriques clares, i proporcionen una estimació parcial de l'aprenentatge de l'alumnat. Segons diferents autors, aquest fet dificulta l'adaptabilitat del docent a la situació concreta que succeeix a l'aula (Acar-Erdol & Yıldızlı, 2018; Herzog-Punzenberger et al., 2020).

Per tant, l'anàlisi de les sessions ha permès detectar que l'ús d'estratègies d'avaluació a l'aula continua representant un repte pels DFI i que s'ha de continuar considerant en la formació inicial dels mestres (Battistone et al., 2019). Així mateix, la utilització d'aquesta estratègia en la formació inicial docent també ha facilitat una retroalimentació avaluativa en la tutorització, destacada per a Ronen (2022) com a beneficiosa per a la conscienciació, autoregulació dels procediments docents i per al desenvolupament professional docent.

En definitiva, s'ha evidenciat l'aplicació de FIR-THOR conjuntament amb el vídeo ha suposat una estratègia sòlida per analitzar la pràctica docent dels DFI en un entorn real d'aula; fins i tot sota les circumstàncies excepcionals de la pandèmia, gràcies a la seva flexibilitat espaciotemporal. L'observació en vídeo va ajudar als tutors a avaluar els DFI i també va contribuir a la qualitat del pràcticum al proporcionar noves oportunitats d'aprenentatge on reflexionar simultàniament sobre la teoria i la pràctica (du Plessis et al., 2020; Klemenz et al., 2019; Martín-Romera et al., 2022).

7.5. Impacte del procés formatiu en la pràctica docent dels DFI a l'escola

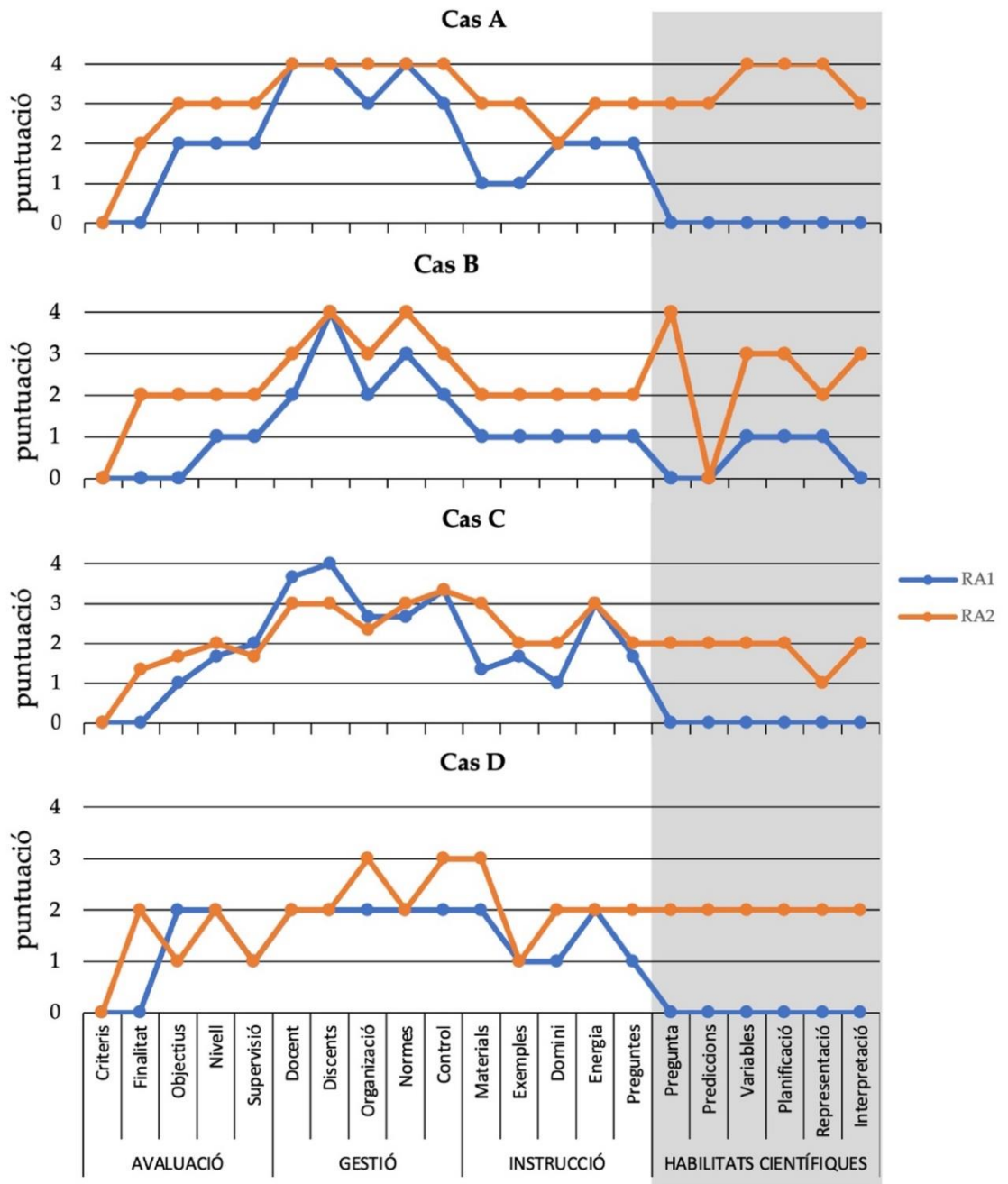
Donats els resultats consistents en les CFA de l'instrument FIR-THOR per avaluar les intervencions docents dels DFI a les aules escolars, a continuació, s'utilitza aquest instrument per estudiar amb més detall les situacions d'ensenyament i aprenentatge de les ciències que implementen els DFI participants en el grup experimental d'aquesta tesi. Aquest instrument va permetre desenvolupar l'Objectiu Específic 5 *–descriure l'evolució del coneixement sobre la indagació científica i la seva implementació a l'aula d'Educació Primària en quatre DFI que han participat en el procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo–*. Això implica analitzar més enllà de la implementació de les habilitats científiques, tot estudiant la pedagogia general que els DFI apliquen durant la seva pràctica científica a l'aula.

En l'Estudi 4 es seleccionen 4 DFI del grup experimental per analitzar amb més concreció la seva pràctica docent. Aquesta selecció es realitza en base al canvi de nivell indagador –indagador, indagador insegur, indagador incipient, precientífic i acientífic– identificat entre el pre- i postest (Ferrés-Gurt & Marbà-Tallada, 2018). Per tal d'aprofundir en l'anàlisi d'esdeveniments docents implementats pels DFI seleccionats, s'analitzen les dimensions d'*Avaluació* i *Gestió* de la FIR-THOR, i s'amplia la dimensió d'*Instrucció* també ficant la mirada als ítems relacionats amb la implementació de les habilitats científiques.

En la Figura 7 compara la implementació d'indagacions científiques a l'aula d'Educació Primària per part dels quatre DFI del grup experimental. La figura mostra, per cada cas, els resultats de l'anàlisi de la *Gestió*, *Avaluació* i *Instrucció* de les pràctiques indagadores a l'aula, així com les habilitats científiques que hi incorporaven i amb quina destresa ho feien.

Figura 7

Implementació d'indagacions científiques de quatre DFI del grup experimental



Els resultats obtinguts (Figura 7) mostren una millora en la pràctica docent dels DFI en les dimensions d'*Avaluació*, *Gestió* i *Instrucció* entre el RA1 i RA2, com també una major implementació de les habilitats científiques en el RA2. Aquestes dades permeten afirmar la transició de la seva pràctica docent a l'aula de ciències cap a sessions de caire més indagador.

En primer lloc, pel que fa a l'evolució positiva en la *Instrucció*, les orientacions i els ajuts proporcionats per a l'ensenyament i aprenentatge per indagació s'adapten a les necessitats de l'alumnat. A més, cal subratllar que un major domini o coneixement de les habilitats ha afavorit el canvi cap a la formulació de preguntes més inferencials i crítiques a l'aula per part dels DFI (Peguera-Carré et al., 2021). Aquesta millora en l'ítem de fer *Preguntes*, avaluat en la dimensió de la *Instrucció*, també ha afavorit la implementació de l'habilitat científica de la *Interpretació*. Les preguntes inferencials i crítiques han promogut la discussió de les dades recollides per poder construir explicacions científiques i extreure'n conclusions (Harlen, 2013). En segon lloc, quant a la *Gestió* de l'aula, la major seguretat i comoditat dels DFI ha promogut un bon clima de treball a l'aula, la interacció positiva entre mestre-alumnat i, en definitiva, el procés d'aprenentatge (Hiltunen et al., 2021). Finalment, també s'observa una millora en la dimensió d'*Avaluació*, ja que els DFI tenien més clars els objectius d'aprenentatge i els criteris d'avaluació. En RA2 estaven més pendents de la supervisió de l'alumnat, adaptaven la seves accions docents durant la indagació a l'aula i, com havien observat en els vídeos de la mestra experta, proporcionaven un *feedback* explicatiu més gran o complex (aplicant el coneixement adquirit en el procés formatiu a l'aula universitària).

Els resultats presentats permeten afirmar que la millora que s'observa en la implementació de les habilitats científiques a l'aula és congruent amb els resultats del pre- i postest, on també s'observa una millora significativa en la comprensió de totes les habilitats científiques. Tanmateix, ambós resultats apunten a la idea que encara existeix un marge de millora tant en la comprensió com en la implementació de les habilitats científiques a l'aula escolar.

Per tant, la tasca d'anàlisi de vídeo ha afavorit la mobilització de la visió professional dels DFI, els quals han interpretat i raonat esdeveniments rellevants sobre la indagació científica d'una mestra experta (Alles et al., 2019; Radloff & Guzey, 2017; Sherin et al., 2011). Es pot entendre que aquesta tasca d'anàlisi de vídeos, i el desenvolupament de la visió professional que ha aportat, es relaciona positivament amb el coneixement i la comprensió de la metodologia de la indagació, fet que ha dut a una planificació i una implementació més adequada de les sessions (Blömeke et al., 2015; Roth et al., 2019). A més, en aquestes

milliores de RA2 es veu una influència clara del vídeo, ja que hi ha evidències que indiquen que els DFI han incorporat accions realitzades per la docent experta observada durant la tasca de vídeo anàlisi. Aquest fet es relaciona amb la idea de la funció modeladora del vídeo, destacada per Roth et al. (2019) i Zaragoza et al. (2021). Resumidament, aquesta nova mirada va permetre detectar que el procés formatiu amb anàlisi de vídeo i la consegüent millora en el coneixement i la implementació de les habilitats científiques també ha impactat positivament el desenvolupament pedagògic general del DFI.

The background of the page is a light blue color with a faint, abstract network diagram. The diagram consists of several circular nodes of varying sizes, some containing smaller shapes like squares or concentric circles. These nodes are interconnected by thin, light blue lines that form a web-like structure across the entire page.

CONCLUSIONS

8. Conclusions, aportacions i limitacions

Aquesta secció presenta les principals conclusions de la tesi, així com les limitacions experimentades durant el projecte i les noves oportunitats que s'obren per a futures investigacions.

8.1. Conclusions

La present tesi es basa en la necessitat de millorar l'adquisició del coneixement, la comprensió i la pràctica docent de la indagació científica entre els Docents en Formació Inicial (DFI) del Grau d'Educació Primària Dual (GEP-Dual) de la Facultat d'Educació, Psicologia i Treball Social de la Universitat de Lleida (UdL). En particular, s'ha dissenyat i experimentat un procés formatiu per a donar suport al coneixement i l'aplicació pràctica de les habilitats científiques implicades, segons la posició epistemològica en què ens situem en aquesta recerca, en un procés d'aprenentatge basat en la indagació. El procés formatiu, base de la recerca, s'ha implementat en un grup experimental, amb anàlisi de vídeo, i en un grup de control, sense anàlisi de vídeo, al llarg de dos cursos acadèmics a la Universitat, amb la finalitat d'analitzar el seu impacte en el coneixement específic de les habilitats científiques i en la seva implementació pràctica en les aules d'Educació Primària.

Amb relació a l'Objectiu Específic 1 *–analitzar l'impacte del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo en el coneixement dels DFI sobre les habilitats científiques implicades en un procés indagador–*, es conclou que:

- Els DFI del grup experimental presenten una millora estadísticament significativa en la comprensió de les diferents habilitats científiques analitzades en la investigació, entre les quals destaquen la *Planificació i Experimentació* i la *Interpretació* dels resultats. Contràriament, aquesta millora no és estadísticament significativa en els DFI del grup de control.

Respecte de l'Objectiu Específic 2 *–estudiar la identificació i codificació de les habilitats científiques i els ajuts pedagògics que les acompanyen en l'anàlisi de vídeo que els DFI realitzen d'una pràctica de referència sobre indagació en l'Educació Primària–*, es conclou que:

8. CONCLUSIONS, APORTACIONS I LIMITACIONS

- Els DFI del grup experimental van ser capaços d'identificar i codificar les habilitats i els ajuts que apareixen al vídeo, però no la totalitat d'elles. Destaca la identificació i codificació, d'una banda, de les habilitats de la *Pregunta d'Investigació*, la *Planificació i Experimentació* i la *Interpretació* i, d'altra banda, dels ajuts que les acompanyen, les *Pistes*, les *Preguntes* i les *Instruccions*.
- L'anàlisi de vídeo individual, juntament amb els grups de discussió, han proporcionat als DFI del grup experimental coneixement específic sobre les habilitats implicades en una indagació científica i han contribuït a la comprensió d'aquestes.

Pel que fa a l'Objectiu Específic 3 –*estudiar la implementació de les habilitats científiques i dels ajuts pedagògics que realitzen els DFI a l'aula escolar abans i després del procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo*–, es conclou que:

- S'observa una transició en la pràctica docent dels DFI del grup experimental, comparant la primera i la segona actuació, des de models més convencionals cap a pràctiques indagadores, tot integrant totes les habilitats científiques i els ajuts pedagògics en el procés investigador.
- El dispositiu formatiu d'anàlisi de vídeos ha contribuït en la millora de la comprensió dels DFI de les situacions d'ensenyament i aprenentatge indagadores, fet que ha afavorit la seva transferència a la pràctica professional.

Quant a l'Objectiu Específic 4 –*confirmar la fiabilitat de FIR-THOR per avaluar la pràctica docent dels DFI a l'escola mitjançant enregistraments de vídeo*–, es conclou que:

- Es confirma la validesa i fiabilitat de l'instrument FIR-THOR per analitzar la pràctica docent dels DFI a l'aula escolar a través de vídeos.

En últim lloc, sobre l'Objectiu Específic 5 –*descriure l'evolució del coneixement sobre la indagació científica i la seva implementació a l'aula d'Educació Primària en quatre DFI que han participat en el procés formatiu centrat en l'anàlisi de vídeo*–, es conclou que:

- La millora que s'observa en la implementació de les habilitats científiques a l'aula és congruent amb la millora significativa –veure conclusió de l'Objectiu Específic 1– en la comprensió de totes les habilitats.
- Encara existeix un marge de millora dels DFI tant en la comprensió com en la implementació de les habilitats científiques a l'aula escolar.

- En la implementació a l'aula escolar posterior al procés formatiu es detecten seqüències d'indagació científica similars a les que han observat durant la tasca d'anàlisi de vídeo.

8.2. Aportacions de la tesi

Amb la recerca que es presenta en aquest informe de tesi es realitzen un conjunt d'aportacions que s'enumeren a continuació.

El disseny i l'experimentació d'un model formatiu. Es dissenya i s'experimenta una estratègia didàctica, basada en l'observació i anàlisi de vídeo, per a promoure la indagació científica en la formació inicial docent. Com indica la literatura dels darrers anys, hi ha una necessitat de recerca sobre els reptes i les aportacions de les estratègies didàctiques amb vídeo en l'educació superior per a desenvolupar la visió professional dels futurs mestres de ciències (Appleton, 2013; Gold et al., 2020; Luna & Sherin, 2017; McDonald et al., 2019; Vogt & Schmiemann, 2020). En la investigació sobre educació i han proliferat experiències que es centren en com l'anàlisi de vídeo dona suport al coneixement i a la comprensió de la didàctica de les ciències (Chan et al., 2021; Criswell et al., 2022; Roth et al., 2019; Wilson et al., 2018; Wolff et al., 2017; Zummo et al., 2021). La present tesi aporta al marc teòric ja existent una experiència específica de com l'anàlisi de vídeo contribueix a la formació inicial dels DFI també donant un significat professional a les habilitats científiques, tot promovent la visió professional a través de la interpretació i raonament d'esdeveniments rellevants sobre la indagació científica d'una mestra experta (Alles et al., 2019; Radloff & Guzey, 2017). D'aquesta manera, s'afavoreix la transferència d'experiències d'indagació científica a la pràctica professional dels DFI.

Millores significatives en el grup experimental. Els resultats d'aquesta tesi mostren que els DFI d'ambdós grups, experimental i de control, van millorar els seus coneixements sobre les habilitats científiques en la indagació del pre- al postest. No obstant això, només els participants del grup experimental van demostrar una millora estadísticament significativa en el coneixement de les habilitats científiques després de participar en el procés de formació amb anàlisi de vídeo. Els resultats mostren que el grup experimental va identificar i va codificar correctament la presència d'habilitats científiques en els videoclips en la majoria de les unitats analitzades. A més, les intervencions a l'aula dels DFI del grup experimental abans de la formació s'acostaven més a la demostració

científica i a la presentació del coneixement del contingut des d'un enfocament teòric. En canvi, les seves intervencions a l'aula després de la formació mostraven una transició cap a la indagació, tot integrant les diferents habilitats científiques en el procés indagador.

Millora del coneixement i la comprensió de les habilitats científiques. En síntesi, el procés formatiu amb anàlisi de vídeo ha millorat el coneixement de les habilitats científiques i la seva implementació a l'aula escolar, la qual cosa també ha beneficiat el desenvolupament professional pedagògic dels DFI. Així, es confirma que la introducció de l'anàlisi de vídeo promou processos de discussió, anàlisi i reflexió sobre l'actuació docent, amb propostes de millora a l'aula. En concret, l'estudi de l'acció docent presentat en aquesta tesi suggereix una funció modeladora del vídeo, afavorint la transferibilitat dels esdeveniments docents a l'aula escolar.

Contribució metodològica. D'una banda, l'anàlisi de les pràctiques científiques desenvolupades a l'aula per part dels DFI que han participat en aquesta tesi ha estat possible gràcies a la confirmació de la validesa i fiabilitat d'un instrument d'observació ja existent. L'instrument FIR-THOR va permetre valorar les dimensions de *Gestió*, *Avaluació* i *Instrucció* per a avaluar la pràctica docent dels DFI en els centres educatius. En aquest estudi, a més, s'ha ampliat la dimensió *Instrucció* amb ítems relacionats amb la implementació de les *habilitats científiques* i els *ajuts pedagògics* utilitzats a l'aula per a poder analitzar amb més detall la indagació científica duta a terme pels DFI. D'altra banda, s'ha demostrat l'eficàcia d'aquesta eina per a avaluar sessions sense necessitat de realitzar observacions *in situ* sorgides a conseqüència de les restriccions d'accés a les escoles a causa de la pandèmia de COVID-19. Si bé l'observació en el context escolar ha demostrat ser de gran valor per a la formació dels DFI, les observacions basades en vídeo també han demostrat la seva eficàcia com a estratègia didàctica. Van permetre avaluar la pràctica docent durant la pandèmia, així com flexibilitzar la tasca d'avaluació en permetre fer una pausa o revisar les imatges més d'una vegada i, en conseqüència, van obrir noves possibilitats perquè els tutors universitaris enriquessin la retroalimentació dels DFI.

8.3. Limitacions i futurs estudis

Aquest estudi també planteja algunes reflexions crítiques que cal considerar.

La primera limitació del projecte va ser el perfil de la mostra de DFI. Es requeria que la mostra d'aquest estudi participés tant en activitats de formació en la Universitat com en pràctiques docents en centres escolars. Per aquest motiu, els DFI en formació dual eren els participants més adequats per a aquest estudi. La focalització en un grup molt concret de la Universitat de Lleida va limitar el nombre de participants. A més, la inesperada irrupció de la pandèmia de COVID-19 va reduir el nombre de DFI que van poder completar tot el procés formatiu, la qual cosa va repercutir en el desenvolupament dels Estudis 1 i 2. En estudis futurs seria interessant ampliar la mostra a altres universitats per a conèixer de forma més exhaustiva l'impacte de l'anàlisi de vídeo en la formació científica dels futurs docents. Al mateix temps, se suggereix com a possibilitat futura transferir el procés formatiu a la formació permanent dels mestres en actiu.

Una altra limitació de la tesi està relacionada amb els terminis de la recollida de dades. L'estudi 3 va haver de retardar-se a causa del tancament temporal de les escoles per l'estat d'emergència. No obstant això, aquesta limitació en combinació amb les oportunitats que ofereix la tecnologia va obrir noves possibilitats en el projecte. L'estratègia d'avaluació utilitzada es va adaptar per a comprovar l'adequació de l'instrument FIR-THOR per a analitzar la pràctica docent dels DFI a les escoles mitjançant enregistraments de vídeo.

Fins i tot tenint en compte les limitacions esmentades, els estudis realitzats en aquesta tesi demostren la solidesa de la proposta i les possibilitats de l'ús del vídeo com a eina de suport en la formació inicial dels mestres i, en particular, per a l'ensenyament basat en la indagació científica. En aquest sentit, aquest treball pot ajudar al professorat universitari de ciències a dissenyar el pla d'estudis del Grau d'Educació Primària. D'altra banda, l'instrument FIR-THOR i la seva aplicació també poden ser un referent per a altres professionals implicats en la formació de mestres, com els tutors de pràctiques universitaris i escolars, com també per als DFI, per a fomentar la seva reflexió i autoavaluació.

8. Conclusions, contributions and limitations

This section outlines the main conclusions of the thesis, as well as the limitations experienced during the investigation and the new opportunities opened up for future research.

8.1. Conclusions

This thesis is based on the need to improve the acquisition of knowledge, understanding and teaching practice of scientific inquiry among the Teachers in Initial Training (DFIs) of the Dual Primary Education Degree (GEP-Dual) at the Faculty of Education, Psychology and Social Work (FEPTS) in the University of Lleida (UdL). In particular, a training process has been designed and tested to support the knowledge and practical application of the scientific skills involved, according to the epistemological position of this research, in an inquiry-based learning process. The training process, as the basis of the investigation, has been tested in an experimental group, with video analysis, and in a control group, without video analysis, over two academic years at the University, in order to analyse its impact on the specific knowledge of the science process skills and its practical implementation in school lectures.

With regard to Specific Objective 1 –*to analyse the impact of the training process centred on video analysis on the DFIs' knowledge of the scientific skills involved in an inquiry process*–, it is concluded that:

- The DFIs of the experimental group present a statistically significant improvement in the understanding of the different scientific skills analysed in the research, outstanding in *Planning and Experimentation* and *Interpretation* of the results. In contrast, this improvement is not statistically significant in the control group DFIs.

As for Specific Objective 2 –*to study the identification and coding of the scientific skills and the pedagogical aids that accompany them in the video analysis that the DFIs perform of a reference practice on scientific inquiry in Primary Education*–, it is concluded that:

- The DFIs in the experimental group were able to identify and code the skills and aids that appear in the video, but not all of them. The identification and coding stand out, on the one hand, on the skills of the *Research Question, Planning and Experimentation* and *Interpretation* and, on the other hand, on the aids that accompanied them, the *Hints*, the *Questions* and the *Instructions*.
- The individual video analysis, together with the discussion groups, has provided specific knowledge about the skills involved in scientific inquiry and has contributed to the understanding of these skills.

In relation to Specific Objective 3 –*to study the implementation of scientific skills and pedagogical aids that the DFIs use in the classroom before and after the training process focused on video analysis*–, it is concluded that:

- A transition is observed in the teaching practice of the DFIs of the experimental group, comparing the first and second intervention, from more conventional models towards inquiry practices, by integrating all the scientific skills and pedagogical aids in the research process.
- The video analysis training process has improved the DFIs' understanding of inquiry-based teaching and learning situations, which has favoured the transfer to their professional practice.

Regarding Specific Objective 4 –*to confirm the reliability of FIR-THOR to assess the teaching practice of DFIs in the school classroom through video recordings*–, it is concluded that:

- The validity and reliability of the FIR-THOR instrument for analysing the teaching practice of DFIs in the school classroom through video recordings is confirmed.

Finally, in relation to Specific Objective 5 –*to describe the evolution of the knowledge of scientific inquiry and its implementation in the Primary Education classroom in four DFIs who have participated in the training process centred on video analysis*–, it is concluded that:

- The improvement observed in the implementation of scientific skills in the classroom is congruent with the significant improvement in the understanding of all skills –see the conclusion of Specific Objective 1–.

- There is still room for improvement for DFIs in both understanding and implementation of scientific skills in the classroom.
- In the post-training school intervention, similar sequences of scientific inquiry to those observed during the video analysis task are detected.

8.2. Contributions of the thesis

The present thesis makes several contributions, which are listed below.

The design and experimentation of a training model. A didactic strategy based on video observation and analysis is designed and experimented to promote scientific inquiry in initial teacher education. As the literature of recent years indicates, there is a need for research on the challenges and benefits of didactic strategies with video in higher education to develop the professional vision of prospective science teachers (Appleton, 2013; Gold et al., 2020; Luna & Sherin, 2017; McDonald et al., 2019; Vogt & Schmiemann, 2020). In education research, there has been a proliferation of experiences that focus on how video analysis supports knowledge and understanding of science didactics (Chan et al., 2021; Criswell et al., 2022; Roth et al., 2019; Wilson et al., 2018; Wolff et al., 2017; Zummo et al., 2021). This thesis brings to the already existing theoretical framework a specific experience of how video analysis contributes to the initial training of DFIs by giving professional meaning to the scientific skills, promoting professional insight through the interpretation and reasoning of relevant events on the scientific inquiry of an expert teacher (Alles et al., 2019; Radloff & Guzey, 2017). In this way, the transfer of inquiry-based learning experiences to the professional practice of DFIs is encouraged.

Significant improvements in the experimental group. The results of this thesis show that the DFIs in the experimental and control groups improved their scientific inquiry skills knowledge from pre- to post-test. However, only the participants in the experimental group demonstrated a statistically significant improvement in their knowledge of scientific skills after participating in the training process with video analysis. The results show that the experimental group correctly identified and coded the presence of scientific skills in the video clips in most of the analysed units. The training helped to give these skills a professional meaning, promoting the professional vision of the DFIs. Moreover, the classroom interventions of the participants in the experimental group before the training were closer to scientific demonstration and presentation of content knowledge from a theoretical approach. In contrast, their classroom interventions after the

training showed a transition towards inquiry by integrating the different skills of the scientific process.

Enhanced knowledge and understanding of scientific skills. In summary, the training process with video analysis has improved the knowledge of the scientific skills and their implementation in the school classroom, which has also benefited the overall pedagogical development of the DFIs. Thus, it is confirmed that the introduction of video analysis promotes processes of discussion, analysis and reflection on teaching performance, with proposals for self-improvement in the classroom. Specifically, the study of teaching actions presented in this thesis suggests a modelling function of video, fostering the transferability of teaching events in the school classroom.

Methodological contribution. On the one hand, the analysis of the scientific classroom practices of the DFIs who participated in this thesis has been possible thanks to the confirmation of the validity and reliability of an existing observation tool. The FIR-THOR instrument allowed the assessment of the *Management*, *Evaluation* and *Instruction* dimensions to evaluate the teaching practice of DFIs in the classroom. In this study, moreover, the *Instruction* dimension has been extended with items related to the implementation of *scientific skills* and *pedagogical aids* used in the classroom to be able to analyse in more detail the scientific research carried out by the DFIs. On the other hand, the effectiveness of this tool has been proven to evaluate sessions without the need to perform *in situ* observations, a situation that emerged as a result of the access restrictions in schools due to the COVID-19 pandemic. While observation in the school setting has proven to be of great value for the training of DFIs, video-based observations have also proven to be effective as a strategy. They allowed evaluations of teaching practice during the pandemic, as well as made the assessment task more flexible by allowing the images to be paused or reviewed more than once and, consequently, opened up new possibilities for university tutors to enrich the DFIs' feedback.

8.3. Limitations and future studies

This study also has some critical reflections to consider. The first limitation of the project was the profile of the DFI sample. It was required that the sample of this study participated in both training activities at the University and in teaching practices at schools. For this reason, DFI in a dual training were the participants most suited for this study. The focus on a very specific group at the University of

Lleida limited the number of participants. Moreover, the unexpected irruption of the COVID-19 pandemic reduced the number of subjects who were able to complete the entire training process, which impacted the development of Studies 1 and 2. In future studies, it would be interesting to extend the sample to other universities in order to ascertain more exhaustively the impact of video analysis on future teachers' scientific training. At the same time, it is suggested as a future possibility to transfer the training process to in-service teacher training.

An additional limitation of the thesis is related to data collection timelines. Study 3 had to be delayed because of the temporary shutdown of schools due to the state of emergency. However, this limitation in combination with the opportunities offered by technology opened up new possibilities in the project. The evaluation strategy used was adapted to test the suitability of the FIR-THOR to assess the DFIs' teaching practice in the schools through video recordings.

Even considering the aforementioned limitations, the studies undertaken in this thesis prove the strength of the proposal and the possibilities of using video as a support tool in initial teacher training and, in particular, for inquiry-based instruction. Accordingly, this work can help university science lecturers to design the syllabus for the Primary Education degree. On the other hand, the FIR-THOR instrument and its application may also be a reference for other professionals involved in teacher training, such as university and school internship tutors, and for DFIs to encourage their reflection and self-assessment.

The background of the page features a light blue network diagram. It consists of several circular nodes of varying sizes, some with concentric rings, connected by thin lines. The nodes are arranged in a roughly triangular pattern, with one large node at the bottom center and several smaller nodes branching out from it and other points.

REFERÈNCIES

Referències

- Abell, S. K., Bryan, L. A., & Anderson, M. A. (1998). Investigating preservice elementary science teacher reflective thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation. *Science education*, 82(4), 491-509. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<491::AID-SCE5>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<491::AID-SCE5>3.0.CO;2-6)
- Acar-Erdol, T., & Yildizli, H. (2018). Classroom assessment practices of teachers in Turkey. *International Journal of Instruction*, 11(3), 587-602. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11340a>
- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado (2022). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, 24386-24504. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- 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>
- Anguera, M. T., & Hernández, A. (2014). Metodología observacional y psicología del deporte: Estado de la cuestión. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 103-109. <http://hdl.handle.net/2445/148502>
- 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>
- Anguera, M.T. (2005). Desarrollando la observación indirecta: Alcance, proceso, y habilidades metodológicas en el análisis de textos. A C. Santoyo (Coord.), *Análisis de patrones de habilidades metodológicas y conceptuales de análisis, planeación, evaluación e intervención*. UNAM/PAPIIT, IN306715.
- Appleton, K. (2013). Elementary science teaching. In *Handbook of research on science education* (pp. 507-550). Routledge.

- Arnold, J. C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments—What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719-2749. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.930209>
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (2015). *Australian Curriculum: Science (Version 8.4)*. <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/science/>
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Battistone, W., Buckmiller, T., & Peters, R. (2019). Assessing Assessment Literacy: Are new teachers prepared to assume jobs in school districts engaging in grading and assessment reform efforts? *Studies in Educational Evaluation*, 62, 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.04.009>
- Bell, C. A., Dobbelaer, M. J., Klette, K., & Visscher, A. (2019). Qualities of classroom observation systems. *School Effectiveness and School Improvement*, 30(1), 3-29. <https://doi.org/10.1080/09243453.2018.1539014>
- Bligh, B., Lee, K., Crook, C., Cutajar, M., Delia, C. S., Lei, Y., Lower, M., Marín, V. I., Miles, R., Moffitt, P., Munday, D., Passey, D., Saliba, R., & Yu, M. (2022). Technology and educational 'pivoting' in the wake of the Covid-19 pandemic: A collected commentary. *Studies in Technology Enhanced Learning*, 2(2), 1-32. <https://doi.org/10.21428/8c225f6e.e946d39b>
- 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://bit.ly/4280gkL>
- Blömeke, S., Hoth, J., Döhrmann, M., Busse, A., Kaiser, G., & König, J. (2015). Teacher change during induction: Development of beginning primary teachers' knowledge, beliefs and performance. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 287-308. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9619-4>
- Brotherton, P. N., & Preece, P. F. W. (1995). Science process skills: Their nature and interrelationships. *Research in Science & Technological Education*, 13(1), 5-12. <https://doi.org/10.1080/0263514950130101>

- Cañal, P., Criado, A. M., García-Carmona, A., & Muñoz, G. (2013). La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de Educación Infantil y Primaria: concepciones didácticas y práctica docente. *Investigación en la Escuela* 81, 21-42. <https://doi.org/10.12795/IE.2013.i81.02>
- Carrera, F. X., Vaquero, E., & Balsells, M. (2011). Instrumento de evaluación de competencias digitales para adolescentes en riesgo social. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (35), a154. <https://doi.org/10.21556/edutec.2011.35.410>
- Carrera, X. (2002). *Uso de diagramas de flujo y sus efectos en la enseñanza-aprendizaje de contenidos procedimentales: área de tecnología (ESO)*. Universitat de Lleida. <http://hdl.handle.net/19803/8311>
- Cavlazoglu, B., & Stuessy, C. (2018). Examining science teachers' argumentation in a teacher workshop on earthquake engineering. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 348-361. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9728-2>
- Cebrián-Robles, D. (2023). *CoAnnotation*. <https://coannotation.com/>
- Cebrián-Robles, D., Pérez-Galán, R., & Quero-Torres, N. (2019). Estudio comparativo de la evaluación a través de ejercicios sobre texto y vídeo para la identificación de elementos de una investigación científica. *Digital Education Review*, 35, 81-96. <https://doi.org/10.1344/der.2019.35.81-96>
- Chan, K. K. H., Xu, L., Cooper, R., Berry, A., & van Driel, J. H. (2021). 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>
- Chen, G. (2020). A visual learning analytics (VLA) approach to video-based teacher professional development: Impact on teachers' beliefs, self-efficacy, and classroom talk practice. *Computers & Education*, 144, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103670>
- 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, Article 100834. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100834>
- Coil, D., Wenderoth, M. P., Cunningham, M., & Dirks, C. (2010). Teaching the process of science: Faculty perceptions and an effective methodology. *CBE—Life Sciences Education*, 9, 524-535. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-01-0005>
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage.

- 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>
- Dalehefte, I. M., & Kobarg, M. (2013). *Aus Unterrichtsbeobachtungen lernen: Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen* [Learning from lesson observations: Handout of the SINUS programme at primary schools]. IPN – Leibniz Institute for Science and mathematics Education at Kiel University.
- Danielson, C. (1996). *Enhancing professional practice: A framework for teaching*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Danielson, C. (2013). *The Framework for Teaching Evaluation Instrument*. Danielson Group.
- Díaz, I., & García, M. (2011). Más allá del paradigma de la alfabetización: La adquisición de cultura científica como reto educativo. *Formación universitaria*, 4(2), 3-14. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062011000200002>
- du Plessis, A. E., Cullinan, M., Gramotnev, G., Gramotnev, D. K., Hoang, N. T., Mertens, L., Roy, K., & Schmidt, A. (2020). The multilayered effects of initial teacher education programs on the beginning teacher workforce and workplace: Perceptions of beginning teachers and their school leaders. *International Journal of Educational Research*, 99, 101488. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.09.010>
- 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>
- Ellahi, R. M., Khan, M. U. A., & Shah, A. (2019). Redesigning Curriculum in line with Industry 4.0. *Procedia computer science*, 151, 699-708. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.093>
- Espinoza Freire, E. E., & Calva Nagua, D. X. (2020). La ética en las investigaciones educativas. *Universidad Y Sociedad*, 12(4), 333-340. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1652>
- European Commission (2013). *Key Data on Teachers and School Leaders in Europe. Eurydice Report*. Publications Office of the European Union.
- Exploratorium (2021). *Magnet investigation*. <https://www.exploratorium.edu/education/ifi/inquiry-and-eld/educators-guide/magnet-investigation>

- Ezquerro Martínez, Á., Mafokozi Ndabishibije, J., Gómez Campillejo, M. A., Benítez Villamor, A. E., & Morcillo Ortega, J. G. (2019). Tendencias de las investigaciones sobre la ciencia presente en la sociedad: una revisión sistemática. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(3), 31-47. <http://hdl.handle.net/11162/195812>
- Fauth, F., & González-Martínez, J. (2021). Trainee perceptions of instructional design in continuous online training and learning transfer. *Education Research International*, 2021, Article 3121559, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2021/3121559>
- Ferrés-Gurt, C., & Marbà-Tallada, A. (2018). Problems students experience with inquiry processes in the study of enzyme kinetics. *Journal of Biological Education*, 52(1), 113-120. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1285801>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. y Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- García-Carmona, A. (2019). Pre-service primary science teachers' abilities for solving a measurement problem through inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9858-7>
- García-Carmona, A. (2020). From inquiry-based science education to the approach based on scientific practices: A critical analysis and suggestions for science teaching. *Science & Education*, 29(2), 443-463. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8>
- García-Carmona, A., Criado, A. M. & Cañal, P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 139-157. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287512>
- 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>
- 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>

- Gazdag, E., Nagy, K., & Szivák, J. (2019). "I Spy with My Little Eyes..." The use of video stimulated recall methodology in teacher training—The exploration of aims, goals and methodological characteristics of VSR methodology through systematic literature review. *International Journal of Educational Research*, 95, 60-75. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.02.015>
- Gillies, R. M., & Nichols, K. (2015). How to support primary teachers' implementation of inquiry: Teachers' reflections on teaching cooperative inquiry-based science. *Research in Science Education*, 45(2), 171-191. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9418-x>
- Gold, B., Pfirrmann, C., & Holodynski, M. (2020). Promoting professional vision of classroom management through different analytic perspectives in video-based learning environments. *Journal of Teacher Education*, 72(4), 1-17. <https://doi.org/10.1177/0022487120963681>
- Goldman, R., Pea, R., Barron, B., & Derry, S. J. (Eds.). (2007). *Video research in the learning sciences*. Lawrence Erlbaum.
- Good, T., McCaslin, M., Tsang, H., Zhang, J., Wiley, C., Bozack, A., & Hester, W. (2006). How well do 1st-year teachers teach does type of preparation make a difference? *Journal of Teacher Education*, 57(4), 410-430. <https://doi.org/10.1177/0022487106291566>
- Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606-633. <https://doi.org/10.1525/aa.1994.96.3.02a00100>
- Grimalt-Álvaro, C., Ametller, J., & Pintó, R. (2019). Factors shaping the uptake of ICT in science classrooms. A study of a large-scale introduction of interactive whiteboards and computers. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 27(1). <https://doi.org/10.30722/IJISME.27.01.002>
- 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.
- Hart, R.A. (1992). *Children's participation from tokenism to citizenship*. UNICEF Innocenti Research Centre.
- Hatch, T., Shuttleworth, J., Jaffee, A. T. i Marri, A. (2016). Videos, pairs, and peers: What connects theory and practice in teacher education?. *Teaching and Teacher Education*, 59, 274-284. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.04.011>

- Herranen, J., Kousa, P., Fooladi, E., & Aksela, M. (2019). Inquiry as a context-based practice – a case study of pre-service teachers' beliefs and implementation of inquiry in context-based science teaching. *International Journal of Science Education*, 41(14), 1-22. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1655679>
- Herzog-Punzenberger, B., Altrichter, H., Brown, M., Burns, D., Nortvedt, G. A., Skedsmo, G., Wiese, E., Nayir, F., Fellner, M., McNamara, G., & O'Hara, J. (2020). Teachers responding to cultural diversity: case studies on assessment practices, challenges and experiences in secondary schools in Austria, Ireland, Norway and Turkey. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 32, 395-424. <https://doi.org/10.1007/s11092-020-09330-y>
- Hiebert, J., Gallimore, R., & Stigler, J. W. (2002). A knowledge base for the teaching profession: What would it look like and how can we get one? *Educational Researcher*, 31(5), 3-15. <https://doi.org/10.3102/0013189X031005003>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). *The difference between emergency remote teaching and online learning*. EDUCAUSE Review. <http://hdl.handle.net/10919/104648>
- InterAcademy Partnership (2010). *Taking inquiry-based science education into secondary education. A global conference*. IAP Science Education Program.
- Jewitt, C. (2012). *An introduction to using video for research*. NCRM Working Paper. National Center for Research Methods. <http://eprints.ncrm.ac.uk/2259/>
- Johnson, H. J., & Cotterman, M. E. (2015). Developing preservice teachers' knowledge of science teaching through video clubs. *Journal of Science Teacher Education*, 26(4), 393-417. <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9429-0>
- Kant, J. M., Scheiter, K., & Oschatz, K. (2017). How to sequence video modeling examples and inquiry tasks to foster scientific reasoning. *Learning and Instruction* 52, 46-58. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.04.005>
- Khan, S., & Krell, M. (2019). Scientific reasoning competencies: A case of preservice teacher education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(4), 446-464. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00063-9>
- Kleinknecht, M. & Schneider, J. (2013). What do teachers think and feel when analyzing videos of themselves and other teachers teaching? *Teaching and teacher education*, 33, 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.02.002>

- Klemenz, S., König, J., & Schaper, N. (2019). Learning opportunities in teacher education and proficiency levels in general pedagogical knowledge: new insights into the accountability of teacher education programs. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 31(2), 221-249. <https://doi.org/10.1007/s11092-019-09296-6>
- 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>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13-19. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Kramer, C., König, J., Strauss, S., & Kaspar, K. (2020). Classroom videos or transcripts? A quasi-experimental study to assess the effects of media-based learning on pre-service teachers' situation-specific skills of classroom management. *International Journal of Educational Research*, 103, Article 101624. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101624>
- Krammer, K., Ratzka, N., Klieme, E., Lipowsky, F., Pauli, C., & Reusser, K. (2006). Learning with classroom videos: Conception and first results of an online teacher training program. *ZDM – Mathematics Education*, 38, 422-432. <https://doi.org/10.1007/BF02652803>
- Krippendorff, K. (2019). *Content analysis. An introduction to its methodology*, 4th ed. Sage.
- Krug, M. (2009). "Videobasierte Methoden der Bildungsforschung: Sozial-, erziehungs- und kulturwissenschaftliche Nutzungsweisen"(19./20.06.2009, Stiftung Universität Hildesheim): Tagungsbericht. ["Video-based methods in educational research: Ways of using them in social, educational and cultural sciences"(19/20.06.2009, Foundation University of Hildesheim): Conference report.] *Zeitschrift für Qualitative Forschung*, 10(1), 161-167. <https://l24.im/7QEwr>
- Kruit, P.M., Oostdam, R.J., van den Berg, E., & Schuitema, J.A. (2018). Assessing Students' Ability in Performing Scientific Inquiry: Instruments for Measuring Science Skills in Primary Education. *Research in Science & Technological Education*, 36(4), 413-439. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1421530>
- 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>

- León, O. G. & Montero, I. (2020). *Métodos de investigación en Psicología y Educación: Las tradiciones cuantitativa y cualitativa* (4a ed.). McGraw Hill.
- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. *Boletín Oficial del Estado*, 294, de 06/12/2018. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3/con>
- Lucero, M. M., Petrosino, A. J., & Delgado, C. (2017). Exploring the relationship between secondary science teachers' subject matter knowledge and knowledge of student conceptions while teaching evolution by natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(2), 219-246. <https://doi.org/10.1002/tea.21344>
- 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>
- Luna, M. J., & Sherin, M. G. (2017). Using a video club design to promote teacher attention to students' ideas in science. *Teaching and Teacher Education*, 66, 282-294. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.019>
- 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>
- Martín-Romera, A., Martínez-Valdivia, E., & Higuera-Rodríguez, L. (2022). The practicum in teacher training: Conditions for integral training. *European Journal of Educational Research*, 11(4), 2115-2126. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.4.2115>
- Martin, C., Prieto, T., & Jiménez, M. A. (2015) Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 167-184. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1500>
- Martin, S., & Siry, C. (2012). Using video in science teacher education: an analysis of the utilization of video-based media. In B. Fraser, K. Tobin, C. McRobbie (Eds.), *Using video in science teacher education: an analysis of the utilization of video-based media by teacher educators and researchers* (pp. 417-433). Springer.
- Maxwell, J. A. (2021). Why qualitative methods are necessary for generalization. *Qualitative Psychology*, 8(1), 111-118. <https://doi.org/10.1037/qap0000173>

- 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>
- Miller, K., & Zhou, X. (2007). Learning from classroom video: What makes it compelling and what makes it hard. In R. Goldmann, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 321-334). Lawrence Erlbaum.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020). *TIMSS 2019. Estudio internacional de tendencias en matemáticas y ciencias. Informe Español*. Subdirección General de Atención al Ciudadano, Documentación y Publicaciones.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2016). *PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español*. Madrid. https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=18204
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- 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>
- Mostafa, T., Echazarra, A., & Guillou, H. (2018). The science of teaching science: An exploration of science teaching practices in PISA 2015. *OECD Education Working Papers, n° 188*. Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing. <http://doi.org/10.1787/f5bd9e57-en>
- Moyo, N. (2020). COVID-19 and the future of practicum in teacher education in Zimbabwe: Rethinking the 'new normal' in quality assurance for teacher certification. *Journal of Education for Teaching*, 46(4), 536-545. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1802702>
- Murtagh, L. (2022). Remote tutor visits to practicum settings and the changing dynamics between university tutors, school-based mentors and pre-service teachers. *Journal of Further and Higher Education*, 46(3), 354-367. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2021.1945557>
- Naciones Unidas (2019). *Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>

- National Research Council (2010). *Exploring the Intersection of Science Education and 21st Century Skills: A Workshop Summary*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12771>
- National Research Council (2012a). *Education for life and work. Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Committee on defining deeper learning and 21st century skills, J. W. Pellegrino, & M L. Hilton, M. L. [Eds.]. Board on Testing and Assessment and Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. The National Academies Press.
- National Research Council (2012b). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Nawani, J., Kotzebue, L., Rixius, J., Graml, M., & Neuhaus, B. J. (2018). Teachers' use of focus questions in German biology classrooms: A video-based naturalistic study. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(8), 1431-1451. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9837-z>
- 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>
- Nistor, A., Clemente-Gallardo, J., Angelopoulos, T., Chodzinska, K., Clemente Gallardo, M., Gozdzik, A., Gras-Velazquez, A., Grizelj, A., Kolenberg, K., Mitropoulou, D., Micallef Gatt, A. D., Tasiopoulou, E., Brunello, A., Echard, P., Arvaniti, V., Carroll, S., Cindea, N., Diamantopoulos, N., Duquenne, N., ... Vojinovic, M. (2019). *Bringing Research into the Classroom – The Citizen Science approach in schools. Scientix Observatory report. April 2019*. European Schoolnet.
- Oh, P. S. (2010). How can teachers help students formulate scientific hypotheses? Some strategies found in abductive inquiry activities of Earth Science. *International Journal of Science Education, 32*(4), 541-560. <https://doi.org/10.1080/09500690903104457>
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD] (2019). *PISA 2018. Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking? New directions in science education. *School Science Review, 352*, 53-62. <https://www.ase.org.uk/resources/school-science-review/issue-352/teaching-critical-thinking-new-directions-science>

- 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>
- Partnership for 21st Century Learning (2009). *Framework for 21st century learning*. https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_framework_0816_2p_gs.pdf
- Peguera-Carré, M. C., Coiduras-Rodríguez, J. L., & Falguera-García, E. (2021). Comprensión lectora y videoanálisis: evaluación de intervenciones didácticas en la formación docente dual. *Revista Complutense de Educación*, 32(4), 663-673. <https://doi.org/10.5209/rced.70950>
- Peguera-Carré, M. C., Coiduras, J., Aguilar, D., & Blanch, A. (2023). Evaluation of preservice teachers' performance in school through video observations during the COVID-19 pandemic. *European Journal of Educational Research*, 12(2), 851-863. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.851>
- Pianta, R. C., La Paro, K. M., & Hamre, B. K. (2008). *Classroom assessment scoring system™: Manual K-3*. Paul H Brookes Publishing.
- Pigrau, T., & Sanmartí, N. (2015). *Introducció a la competència científica*. <https://tresorderecursos.com/es/introduccion-a-la-competencia-cientifica/>
- Prilop, C. N., Weber, K. E., & Kleinknecht, M. (2019). How digital reflection and feedback environments contribute to pre-service teachers' beliefs during a teaching practicum. *Studies in Educational Evaluation*, 62, 158-170. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.06.005>
- Puentedura, R. R. (2010). *SAMR and TPCK: intro to advanced practice*. http://hippasus.com/resources/sweden2010/SAMR_TPCK_IntroToAdvancedPractice.pdf
- Quintanilla, M., Merino, C., & Marzábal, A. (2022). Química, ciudadanía i societat. Un repte prometedor per a l'ensenyament de les ciències a Xile. *Educació química*, (30), 41-48. <https://raco.cat/index.php/EduQ/article/view/414540>
- R Development Core Team. (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>
- Radloff, J., & Guzey, S. (2017). Investigating changes in preservice teachers' conceptions of STEM education following video analysis and reflection. *School Science and Mathematics*, 117(3-4), 158-167. <https://doi.org/10.1111/ssm.12218>
- Reimers, F. (2020). *Educación global para mejorar el mundo. Cómo impulsar la ciudadanía global desde la escuela*. Biblioteca Innovación Educativa, Ediciones SM.

- Ria, L., Serres, G., & Leblanc, S. (2010). From video observation to in situ observation of teachers' work in difficult situations: a study of effects on students teachers. *Swiss Journal of Educational Research*, 32(1), 105-120. <https://doi.org/10.24452/sjer.32.1.4828>
- Rich, P. J., & Hannafin, M. (2009). Video annotation tools technologies to scaffold, structure, and transform teacher reflection. *Journal of Teacher Education* 60(1), 52-67. <https://doi.org/10.1177/0022487108328486>
- 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, 100490. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2021.100490>
- Ronen, I. K. (2022). The experience of teaching: Beyond teaching skills the case of the academy-class practice model. *Studies in Educational Evaluation*, 72, Article 101115. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101115>
- 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>
- Rosaen, C. L., Lundeberg, M., Cooper, M., Fritzen, A., & Marjorie, T. (2008). Noticing noticing: How does investigation of video records change how teachers reflect on their experiences? *Journal of Teacher Education*, 59(4), 347-360. <https://doi.org/10.1177/0022487108322128>
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36. <http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>
- 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>
- Sánchez-Emeterio, G., & Fernández-César, R. (2022). ¿Cómo se difunde la investigación sobre alfabetización científica en educación? Un estudio documental de la producción científica. *Revista Boletín Redipe*, 11(04), 21-35. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i04.1799>
- 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>
- Seidel, T., & Stürmer, K. (2014). Modeling and measuring the structure of professional vision in preservice teachers. *American educational research journal*, 51(4), 739-771. <https://doi.org/10.3102/0002831214531321>

- Seung, E., Park, S., & Jung, J. (2014). Exploring preservice elementary teachers' understanding of the essential features of inquiry-based science teaching using evidence-based reflection. *Research in Science Education*, 44(4), 507-529. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9390-x>
- Sherin, M. G. (2003). New perspectives on the role of video in teacher education. In J. Brophy (Ed.), *Using video in teacher education* (Vol. 10, pp. 1-27). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1016/S1479-3687\(03\)10001-6](https://doi.org/10.1016/S1479-3687(03)10001-6)
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 383-395). Lawrence Erlbaum.
- Sherin, M. G., & Han, S. Y. (2004). Teacher learning in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 20, 163-183. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2003.08.001>
- 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., & Van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20-37. <https://doi.org/10.1177/002248710832815>
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R., & Philipp, R. A. (Eds.). (2011). *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes*. Routledge.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- 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

- Solís-Espallargas, C., & Morón-Monge, H. (2020). How to improve sustainability competences of teacher training? Inquiring the prior knowledge on climate change in primary school students. *Sustainability*, 12(16), 6486. <https://doi.org/10.3390/su12166486>
- Soto, A., Camerino, O., Iglesias, X., Castañer, M., & Anguera, M. T. (2021). LINC 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>
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Morata.
- Teo, T., Unwin, S., Scherer, R., & Gardiner, V. (2021). Initial teacher training for twenty-first century skills in e Fourth Industrial Revolution (IR 4.0): A scoping review. *Computers & Education*, 170, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104223>
- 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>
- Toma, R. B. (2020). Revisión sistemática de instrumentos de actitudes hacia la ciencia (2004-2016). *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 143-159. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2854>
- Toma, R. B. (2022). Confirmation and Structured Inquiry Teaching: Does It Improve Students' Achievement Motivations in School Science?. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 22(1), 28-41. <https://doi.org/10.1007/s42330-022-00197-3>
- Tournaki, N., Lyublinskaya, I., & Carolan, B. V. (2009). Pathways to teacher certification: Does it really matter when it comes to efficacy and effectiveness? *Action in Teacher Education*, 30(4), 96-109. <http://doi.org/10.1080/01626620.2009.10734455>
- Trigueros-Cano, F. J., Sánchez-Ibáñez, R., & Vera-Muñoz, M. I. (2012). El profesorado de Educación Primaria ante las TIC: realidad y retos. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 15(1), 101-112. <http://www.aufop.com/aufop/revistas/arta/digital/166/1702>
- United States. Department of Health, Education, and Welfare. (1979). *The Belmont Report: Ethical Principles and Guidelines for the Protection of Human Subjects of Research*. <http://www.hhs.gov/ohrp/regulations-and-policy/belmont-report/index.htm>
- 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>
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2002). Learning to notice: Scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education, 10*(4), 571-596. <https://www.learntechlib.org/primary/p/9171/>
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers' "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education, 24*(2), 244-276. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.005>
- van Es, E. A., Cashen, M., Barnhart, T., & Auger, A. (2017). Learning to notice mathematics instruction: Using video to develop preservice teachers' vision of ambitious pedagogy. *Cognition and Instruction, 35*(3), 165-187. <http://doi.org/10.1080/07370008.2017.1317125>
- van Es, E. A., Tunney, J., Goldsmith, L. T., & Seago, N. (2014). A framework for the facilitation of teachers' analysis of video. *Journal of Teacher Education, 65*(4), 340-356. <https://doi.org/10.1177/00224871144534266>
- Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 17*(2), 309-336. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_2_02_ex1065.pdf
- Venkat, H., Rollnick, M., Loughran, J., & Askew, M. (Eds.). (2014). *Exploring mathematics and science teachers' knowledge: Windows into teacher thinking*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315883090>
- 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>
- Williamson, B., Eynon, R., & Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: Digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology, 45*(2), 107-114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>
- Wilson C. D., Stuhlsatz M., Hvidsten C., & Gardner A. (2018). Analysis of Practice and Teacher PCK: Inferences from Professional Development Research. In S. Uzzo, S. Graves, E. Shay, M. Harford, R. Thompson (Eds.), *Pedagogical Content Knowledge in STEM. Advances in STEM Education*. (pp. 3-16). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97475-0_1

- Wolff, C. E., Jarodzka, H., & Boshuizen, H. P. A. (2017). See and tell: Differences between expert and novice teachers' interpretations of problematic classroom management events. *Teaching and Teacher Education*, 66, 295-308. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.015>
- World Conference on Research Integrity. (2010). *Singapore Statement on Research Integrity*. <http://www.singaporestatement.org/statement.html>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2016). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la Teoría Fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- 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>
- Zhang, M., Lundeberg, M., Koehler, M., & Eberhardt, J. (2011). Understanding affordances and challenges of three types of video for teacher professional development. *Teaching and teacher education*, 27(2), 454-462. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.09.015>
- 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), 744-763. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1989645>



ANNEXOS

Annex 1. Consentiment per a la participació en l'estudi

INFORMACIÓ I CONSENTIMENT PER A LA PARTICIPACIÓ EN L'ESTUDI

Jo, Sr./Sra. amb DNI estudiant del
..... de la Universitat de Lleida

DECLARO

Que he estat informat/a, de manera clara i comprensible de la finalitat, limitacions i beneficis d'aquest estudi dirigit pel doctor Jordi Lluís Coiduras Rodríguez, pel doctor David Aguilar Camaño i per la Maria Carme Peguera Carré de la Facultat d'Educació, Psicologia i Treball Social de la Universitat de Lleida.

Que he estat informat sobre el present projecte, el qual pretén estudiar el desenvolupament de la competència científica dels docents en formació a través de l'anàlisi d'esdeveniments docents individualment i en col·laboració amb els iguals.

- L'estudi utilitza com a instrument el qüestionari d'aprenentatge per indagació "la flotabilitat" i l'anàlisi de vídeos per conèixer la competència científica dels mestres en formació abans i després de rebre la formació d'Aprenentatge de les Ciències Experimentals I.
- L'ús d'aquestes dades està limitat a l'anàlisi dut a terme pel professorat.
- L'ús de les dades enregistrades és confidencial, solament els investigadors i els professors d'Aprenentatge de les Ciències Experimentals I coneixeran la identitat dels subjectes que hi participen. Els resultats de l'estudi mai seran publicats de forma que les persones que han format part de la recerca puguin ser identificades.

M'han respost a totes les qüestions que he formulat i dubtes que he mostrat al respecte. També he estat informat/da que en qualsevol moment puc deixar de participar en el present estudi comunicant-ho a l'investigador principal i per consegüent revocar el meu consentiment. He estat informat que les dades personals seran protegides i incloses en un fitxer que haurà de sotmetre's a les garanties de la Llei orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals. Per tots aquests motius,

AUTORITZO

Als investigadors a recollir les meves dades del qüestionari d'indagació i dono el meu CONSENTIMENT INFORMAT per tal que l'anàlisi de les dades obtingudes siguin utilitzades pels investigadors d'aquesta recerca amb la finalitat de contribuir a la millora dels coneixements sobre la influència de l'anàlisi d'esdeveniments docents, individualment i en col·laboració amb els iguals, per promoure la competència científica en la formació universitària.

A Lleida, el de/ d' 2019

Estudiant

Investigador

Annex 2. Contracte i autorització per a realitzar enregistraments a les escoles

Contracte de bon ús de les imatges enregistrades d'infants i autorització dels responsables escolars

Donat que el dret a la pròpia imatge està reconegut a l'article 18.1 de la Constitució i regulat per la Llei 3/2018, de 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals, l'estudiant del Grau d'Educació Primària demana l'autorització als responsables escolars per l'enregistrament d'escenes on ell/ella intervé conduint una sessió de classe i poder-les utilitzar amb un propòsit únicament formatiu.

Per part de l'estudiant del Grau d'Educació Primària, que signa aquest contracte pedagògic, es compromet a fer un bon ús de les imatges enregistrades a l'escola i compartir-les únicament amb el professorat del Pràcticum II de 3r curs, signant també, en el seu nom aquest contracte el coordinador del GEP-Dual de la Universitat de Lleida.

Compromís de l'estudiant d'un ús ètic i responsable de les imatges enregistrades

D'un costat, l'estudiant del Grau d'Educació Primària – dual:

.....,

amb DNI/ NIE o Passaport:

.....,

sol·licita l'autorització dels representants legals del nen o de la nena per la presa d'imatges, tot compromentent-se a un ús ètic i responsable de les mateixes, amb una finalitat exclusivament formativa en el marc dels estudis del Grau d'Educació Primària. Així com a lliurar una còpia de les imatges abans de l'edició i una vegada editades.

Lloc i data

Signatura de l'estudiant

Autorització dels responsables legals dels infants per l'edició i us d'imatges

Per altre costat el/la mentor/ra o el director/a de del centre formador autoritza l'enregistrament i edició d'aquestes imatges i el seu ús en el marc universitari, amb un propòsit exclusivament formatiu en el marc del curs d'aquests estudis.

Lloc i data

Signatura del mentor/ra o Director/ a del Centre Formador

No s'acceptarà cap lliurament d'imatges sense aquesta autorització

Annex 3. Validació del test d'indagació científica

El present qüestionari valora unes tasques amb preguntes obertes dirigides a mestres en formació per tal de conèixer la seva competència científica. Les tasques formen part d'un estudi que analitza esdeveniments docents, el qual incorpora la competència científica com una de les variables dependents.

Per a cada activitat es demana que es valori el nivell de pertinença (Taula 13), importància (Taula 14) i univocitat (Taula 15) en referència a la categoria del procés d'indagació que s'indica (Carrera, 2002).

Taula 13

Escala de pertinença del test

Escala de pertinença	Pertinença Nul·la (PN)	Pertinença Baixa (PB)	Pertinença Elevada (PE)	Pertinença Òptima (PO)
Valor assignat	0	1	2	3
Significat	La tasca no té relació amb la categoria del procés d'indagació que s'indica.	La tasca té poca relació amb la categoria del procés d'indagació que s'indica.	La tasca té una gran relació amb la categoria del procés d'indagació que s'indica.	La tasca té una relació inequívoca amb la categoria del procés d'indagació que s'indica.

Taula 14

Escala d'importància del test

Escala d'importància	Importància Nul·la (IN)	Importància Baixa (IB)	Importància Elevada (IE)	Importància Òptima (IO)
Valor assignat	0	1	2	3
Significat	La tasca aporta informació gens rellevant per a la categoria del procés d'indagació que s'indica.	La tasca aporta informació poc rellevant per a la categoria del procés d'indagació que s'indica.	La tasca aporta informació majoritàriament rellevant per a la categoria del procés d'indagació que s'indica.	La tasca aporta informació inequívocament rellevant per a la categoria del procés d'indagació que s'indica.

Taula 15

Escala d'univocitat del test

Escales d'univocitat	Univocitat Nul·la (UN)	Univocitat Baixa (UB)	Univocitat Elevada (UE)	Univocitat Òptima (UO)
Valor assignat	0	1	2	3
Significat	La tasca és susceptible a no ser entesa o ser interpretada amb sentits molt diferents, tot caient dins la equivocitat.	La tasca és susceptible a ser entesa en sentits diversos i es troba més a prop de la equivocitat.	La tasca és susceptible a ser interpretada, però pot ser entesa majoritàriament d'una sola manera.	La tasca és susceptible a ser entesa i interpretada inequívocament d'una sola i única manera.

Com es mostra en la Taula 16, els participants de la validació van ser 12 experts mestres d'escola o professors universitaris amb un mínim de 5 anys d'experiència en l'àmbit de les ciències experimentals.

Taula 16

Informació dels participants de la validació

Perfil professional	Institució / Organització
Professor	Universitat de Lleida
Professor	Universitat de Lleida
PhD	Universitat de Lleida
Professor	Universitat de Lleida
Mestra	CRP La Noguera
PhD	Goethe Universität Frankfurt am Main
Postdoc	EPF Lausanne · Laboratory of Virology and Genetics
PhD - Divulgació científica	Biocat
Mestra	ZER Vall de l'Aranyó
Mestre	Escola Maristes Montserrat Lleida
Mestra i tutora dual	Universitat de Lleida
Mestre	ZER l'Eral

Posteriorment, es va calcular l'índex de pertinença, d'importància i univocitat seguint el procediment descrit per Carrera et al. (2011). Els resultats es presenten per fases en la Taula 17 i 18.

Taula 17

Resultats de la fase 1 de la validació del test

	Tasca 1	Tasca 2	Tasca 3	Tasca 4	Tasca 5	Tasca 6	GLOBAL
Índex de pertinència	0,89	1,00	0,97	1,00	0,89	0,89	0,94
Índex d'importància	0,86	0,97	0,92	0,92	0,92	0,89	0,91
Índex d'univocitat	0,78	0,92	0,72	1,00	0,78	0,83	0,84

Taula 18

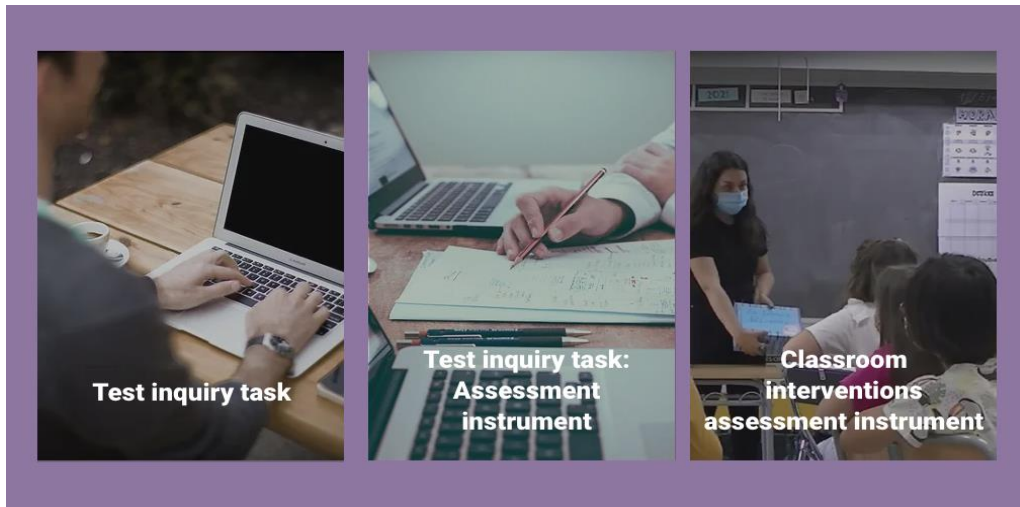
Resultats de la fase 2 de la validació del test

	Tasca 1	Tasca 2	Tasca 3	Tasca 4	Tasca 5	Tasca 6	GLOBAL
Índex de pertinència	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Índex d'importància	0,97	0,97	1,00	1,00	1,00	0,97	0,99
Índex d'univocitat	0,94	0,92	0,92	1,00	0,89	1,00	0,94

Annex 4. Pàgina web amb el material del procés formatiu

Figura 8

Pàgina web amb material complementari del projecte



Aquesta pàgina web està en anglès i conté tres apartats (Figura 8). El primer, que presenta el test d'indagació científica utilitzat en el pre- i posttest (Annex 5). El segon, que conté l'instrument d'avaluació utilitzat per valorar el test d'indagació científica i un exemple pràctic de l'avaluació (Annex 6 i 7). Finalment, el tercer apartat concreta l'instrument utilitzat per a avaluar els registres audiovisuals de les aules escolars (Annex 8).

Enllaç: <https://dpreserviceteachers.wixsite.com/my-site>

Annex 5. Contingut de la pàgina web: Test d'indagació científica

INQUIRY LEARNING: Buoyancy

Surname, Name:

Situation

The buoyancy of bodies is their ability to stay in a fluid, so they do not dive to the bottom. It is common to observe this phenomenon and even feel surprised by it.

Below there are some images where it is possible to observe the phenomenon of buoyancy.

Figura 9
Primera imatge inicial del test d'indagació



Figura 10
Segona imatge inicial del test d'indagació



Figura 11
Tercera imatge inicial del test d'indagació



Who has never wondered how a ship can carry thousands of kilograms from one continent to another? Why do some fruits sink when we clean them and others do not? Or how does a large iceberg float in the ocean?

Scientists have a very important task before they start developing a research. They must think, define and organize the set of actions involved in this process.

Now, think like a scientist and describe how you would conduct a buoyancy inquiry process.

Task 1

With the support of the photographs and information provided, identify properties and characteristics that you think are related to the phenomenon of buoyancy. From these observations, write at least three researchable questions that stem from your curiosity to be able to start a research in the classroom.

Task 2

Based on the questions you have asked in relation to the research on the buoyancy of bodies, propose ideas that you have by formulating possible predictions and / or hypotheses.

Task 3

Experimental planning is the stage in which the researcher decides the steps to follow during his research to test the hypothesis: identify the variables to be studied, select the materials and the instruments he will need to make the measurements...

We propose the following hypothesis: "The same material will sink faster depending on its weight." Describe an experimental design that you consider appropriate to be able to address and test the hypothesis.

Task 4

We provide you an online simulator with which you can implement the experimental design you have just proposed in order to be able to test the hypothesis "The same material will sink faster depending on its weight". Using this simulator, collect, organize and represent those data that you consider useful (drawings, tables, graphs ...).

https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_en.html

In the following section, upload the file where you collected your notes (data, drawings, table, graphs...) identifying them with your surname: *surname_3r_EP_Dual*.

Task 5

According to the hypothesis posed "The same material will sink faster depending on its weight", argue its validity taking into account the evidence/ data collected to build a model or explanation related to buoyancy. Your answer must be able to corroborate or refute the hypothesis formulated and generating conclusions.

Task 6

Think of new questions, predictions and / or hypotheses that arise after this inquiry process. Do you think it would be possible to start a new investigation?

Annex 6. Instrument d'avaluació del test d'indagació científica

Buoyancy test inquiry task assessment instrument

Instrument for assessing the pre and posttest inquiry task. Each level description is illustrated with an example obtained from the students' test inquiry tasks. This assessment tool has been adapted from previously published instruments Ferrés-Gurt and Marbà-Tallada (2018) and Solé-Llussà et al. (2020).

0. Does not identify the problem or ask questions that cannot be addressed. *Why does an iceberg float?*

1. Confuses the question with hypotheses. *The weight factor affects buoyancy.*

2. Identifies the problem in a generic way and/or with conceptual problems. *Do the materials of floating objects influence buoyancy?*

3. Identifies a researchable question but cannot be addressed in elementary education. *We have two different fruits, with the same mass, the first has a larger volume and density than the second one. Which one do you think will sink sooner? Why?*

4. Identifies a researchable question that leads to an experimental design. *How does the volume of an object affect buoyancy?*

**1. IDENTIFICATION
OF RESEARCH
QUESTIONS**

0. Does not propose or identify predictions or hypotheses, or poses them without meaning. *Each object is made of a different material, that is why some have more or less density and float on water.*

1. Formulates predictions and hypotheses without relation to the question or objectives. *There are fruits and vegetables that float because the vegetables density is lower than the liquid density, such as apples.*

2. Poses ambiguous hypotheses and predictions, but related to the research topic. *It also has to do with the density of the liquid in which it is, because if it is denser it will have more buoyancy than in a smaller one.*

3. Poses at least one hypothesis or prediction that fits the research question and includes possible study variables. *The more mass the object has, the higher its density will be and the more it will float.*

4. Poses more than one hypothesis or prediction that fits with the research problems and that include possible study variables. *The more mass the object has, the higher its density will be and the more it will float. The more volume the object has but with the same mass, the lower the density and the more it will float.*

**2. FORMULATION OF
PREDICTIONS AND
HYPOTHESIS**

0. Study variables are not contemplated. *We take a vase with water and introduce a potato. We watch what happens. We see that the whole potato does not float. We cut it into smaller parts and see that it does not float either. We try it with an apple, to see if the same thing happens. This one does float, as its properties are different.*

1. Identifies study variables that do not fit with considered previous ideas or the researchable question. *Independent variables: We will change the volume of the material proportionally.
Dependent variables: An observation table where we will change the mass of the material and observe the volume, weight, submerged volume and force.*

**3. IDENTIFICATION
OF VARIABLES**

2. Identifies ambiguous independent or dependent variables that relate to the research question and the considered previous ideas.

We have to control the variables so that they do not affect us. Everything must be at the same temperature, the same day, in the same space, the material of the container must be the same and the time too .

3. Identifies both independent and dependent variables related to the research question and the considered previous ideas.

Controllable variables: The fluid where the materials will be deposited, the container where the fluid will be deposited and the material to be used. Uncontrollable variables: The weight of the material to be used.

4. Identifies and defines both independent and dependent variables that fit with the researchable question and the considered previous ideas. *Independent variable: weight of the object, in my case I will add salt. Dependent variable: the buoyancy of the object, if it floats or if it sinks.*

3. IDENTIFICATION OF VARIABLES

0. No experimental design is proposed. *If it has more weight, in theory it has more volume so the force of gravity will draw it to the bottom, and therefore it will sink sooner.*

1. The experimental design has no relation to the researchable question and does not allow the verification of the hypotheses or predictions. *Prepare a container with water and leave two or more different materials in it at the same time ... so that you can theorize which factors of the materials affect the result.*

2. The experimental design is related to the considered hypotheses, but its description (use of materials, instruments, steps to follow) is incomplete and does not state the control variables. *First we will take the same material as they could be metal balls of three different weights. We would get three transparent container and a chronometer. we will fill the three containers with the same amount of water and throw the three balls at the same time. We will do this test as many times as we can to be able to check the hypothesis.*

3. The experimental design allows the verification of the hypothesis and predictions, with an adequate description, but with incomplete control variables. *Check the time it takes for several stones to sink, with a clear variation in weight. The time of fall through the water must be timed from the moment they enter the liquid until they touch the bottom of the container.*

4. The experimental design allows the verification of the hypothesis and predictions in a reliable way, presenting appropriate control variables. *Know the density of the liquid, know what this material is made of and how much it weighs. Then we experiment, always with the same amount of water. Keep trying different times with the material, increasing its weight each time. Write down all the results.*

4. PLANNING AN INVESTIGATION

0. No data collection is performed or not related with the initial hypothesis. *After testing the simulator several times, changing the weight and material of the objects, I came to understand that my theory was not entirely correct.*

1. Data collection shows lack of understanding of the procedure described, with a poor application of techniques or instruments and without organizing or graphing.

Experiment 1: Heavy object. We notice that the object weighs 7 kilograms and sinks quickly, in a very short time.

Experiment 2: Lighter object. We notice that this object weighs 5 kilograms and does not sink, it floats in the water.

5. COLLECTION, ORGANIZATION AND REPRESENTATION OF DATA

Experiment 3: Now that we know that a heavier object sinks faster, we compare whether two objects that weigh the same sink at the same time. We observe that the two objects have different appearances, one larger and the other smaller, and that the smaller one has sunk and the larger one has not.

2. Data collection appropriate to the procedure described, related to the hypotheses proposed, with adequate organization (i.e. use of tables) but without graphic treatment. *Data is collected in a table: one column for the object's volume data, another one for the objects' weight and third one for the measured volume of the object under water. No graph is attached.*

3. Data collection appropriate to the procedure described, related to the hypotheses and predictions raised, with an adequate organization (i.e. use of tables) but with poor treatment (incorrect graph or poor presentation: no titles or unit measurements attached to each axis, numbers are not evenly spread on axes, etc.). *Data is collected in a table with columns for the different variables and a graph is attached. In the graph, numbers are not evenly spread on axes, no line between data points is performed.*

4. Methodical data collection, with a good understanding of the procedure, which provides data related to the research topic that is correctly organized and graphically represented with an adequate treatment (titles and unit measurements are attached to each axis, numbers are evenly spread on axes, etc.).

0. Without data analysis. *A body floats or sinks depending on several factors: weight, type of material and the type of liquid where it is.*

1. Poor analysis and explanations not based on data. *The same material can float or sink depending on the shape. If the aerodynamics are adequate, air can flow through the object and, by joining the two densities, the result will determine whether the object floats or not. Therefore, the mass of the material has nothing to do with its buoyancy.*

2. Explanations are just descriptions of the results. *The following hypothesis has been rejected after checking it using the simulator. We checked two objects with the same weight (kg). And we could see how one of them floated while the other did not. Therefore, weight (kg) has no direct relationship with buoyancy.*

3. Incomplete analysis but with an incipient coordination between theoretical justifications and empirical tests, including a check of the initial hypothesis or predictions and scientific vocabulary. *Weight (mass x gravity) is not a determining factor, because as we saw in the second image, we have two cubes of the same weight, one float and the other does not. The determining factor is the relationship between the mass of the object and its volume. If the mass is larger than the volume, it sinks because it is denser. With this last observation we can determine the formula for density and, therefore, we can see that the buoyancy of bodies in fluids is influenced by density, i.e. the division of mass by volume of the body. In this way, we can correct the confusion between the concept of weight and density, as they are not the same. Finally, we see that the hypothesis is incorrect and should be modified. "A material will sink faster depending on the ratio of its mass and volume."*

4. Well-founded data analysis, with explanations based on evidence. Coordinates theoretical justifications with empirical evidence. *Each material has a density which varies buoyancy and after the experimentation it can be seen that it depends on the material and the liquid where it is. The hypothesis is incorrect, because as we have been able to corroborate with the simulator, it depends on the density of the material, not its weight, when the density is less than 1, the material will float in the water, but when is greater than 2 the material will sink into the water.*

**6. ANALYSIS OF
DATA AND BUILDING
SCIENTIFIC
EXPLANATIONS**

**6. ANALYSIS OF
DATA AND BUILDING
SCIENTIFIC
EXPLANATIONS**

Annex 7. Exemple pràctic d'avaluació de la Pregunta d'Investigació del test

Test task

With the support of the images and information provided, identify properties and characteristics that you think are related to buoyancy. From these observations, write at least three researchable questions that stem from your curiosity in order to initiate a research in a classroom.

Scoring instrument

0. Does not identify the problem or ask questions that cannot be addressed.
1. Confuses the question with hypotheses.
2. Identifies the problem in a generic way or with conceptual problems.
3. Identifies a researchable question but cannot be addressed in elementary education.

4. Identifies a researchable question that leads to an experimental design.

*Participant
answer*

Evaluator arguments

Scored

How does the volume of an object affect buoyancy?

The students' answer suggests a suitable research question related to the proposed scientific topic. The research question includes an independent study variable that can be tackled in a subsequent investigation and can lead to the obtainment of empirical evidence for answering it.

Annex 8. Instrument d'avaluació dels registres audiovisuals

Classroom interventions assessment instrument

FIR-THOR + Scientific Skills

1. Assessment

1.1. Formal assessment criteria and standards

0	1	2	3	4
The proposed approach to assessment contains no clear criteria or standards.		Assessment criteria and standards have been developed, and are mostly clear to students.		Assessment criteria and standards are clear and have been clearly communicated to students. Clear rubrics have been developed.

1.2. Use of formative assessment

0	1	2	3	4
Assessment is only used for summative purposes. Teacher has no intent to use assessment to follow-up on students' learning. No formative use of assessments occurs.		Teacher primarily uses assessment for summative purposes rather than as a way to enhance or retain learning. Teacher makes inconsistent attempts to use assessments for formative purposes		Teacher frequently uses assessments for both formative and summative purposes. Teacher uses assessments as a gauge to enhance and retain student learning over time.

1.3. Learning goals for students

0	1	2	3	4
Goals are not clearly defined. Teacher designs lessons without much consideration to broader learning goals or emphasizes trivial learning.		Teacher sets learning goals for students and designs lessons and activities to build all students toward the same goals. Goals are moderately clear.		Teacher sets learning goals for students and designs lessons and activities to build students toward goals. Teacher also provides specialized attention to help students reach learning goals. Goals are clearly defined.

1.4. Providing in-class feedback and informal assessment to students

0	1	2	3	4
Teacher does not use any means to assess whether students understand the concepts being taught. There is no evidence that any student learning has occurred.		Teacher uses some methods to informally assess student learning. The assessment gives a generally accurate estimate of student learning and questions are asked of more than just a few students.		Teacher effectively uses in-class assessment or questioning to assess student understanding of material. Assessment is conducted on a large portion of students.

1.5. Fairness and consistency of formal and/or informal assessment

0	1	2	3	4
Assessment methods are rarely used and appear to be prone to inconsistency and subjectivity. Assessments cannot differentiate students who have learned the material from those who have not.		Assessment methods approach fairness and consistency. Assessment methods usually allow students to demonstrate their understanding of the material with some exceptions.		Assessment methods are fair and consistent. Teacher makes students aware of what must be done to demonstrate understanding of the material.

2. Classroom Management

2.1. Teacher interaction with students

0	1	2	3	4
Teacher demonstrates visible frustration, exasperation, lack of poise or confidence in a way that inhibits learning, or promotes management difficulties.		Teacher is generally poised, confident, and respectful. Teacher rapport with most students is positive with some inconsistencies.		Teacher is confident, respectful and demonstrates excellent rapport with students. Teacher-student interactions are warm and highly supportive to learning.

2.2. Student interactions with other students

0	1	2	3	4
Student interactions with each other rarely focus on academics. Student interactions exhibit a lack of mutual respect.		Student interactions are usually polite with very few instances of negative interactions. Student interactions are generally supportive of learning with some exceptions.		Student interactions are polite, respectful, and highly supportive of learning. Culture of learning is evident among students.

2.3. Management of instructional groups and individuals

0	1	2	3	4
Students not working with the teacher are not productively engaged in learning.		Tasks for work are partially organized, resulting in some off-task behavior when teacher is involved with a group or individuals.		Tasks for work are organized, and students are managed so most students are engaged in learning at all times.

2.4. Appropriate behavior is understood and followed by students

0	1	2	3	4
Few standards of conduct appear to have been established, or students do not follow standards of appropriate behavior.		Standards of conduct appear to have been established for most situations and most students seem to follow these standards.		Standards of conduct appear to be clear to all students and are consistently followed by students.

2.5. Monitors Student behavior and provides feedback

0	1	2	3	4
Student behavior is not monitored, and teacher is unaware of what students are doing, or responses to behavior are disruptive to the lesson.		Teacher is generally aware of student behavior but may miss activities of some students. Responses to behavior are generally appropriate and only slightly disruptive.		Teacher is alert to student behavior. Monitoring is subtle and preventative, or may not be needed. Responses to behavior are appropriate with minimal disruption to class.

3. Instruction

3.1. Makes effective use of learning materials to achieve learning goals

0	1	2	3	4
Teacher communicates the lesson without any use of materials that are appropriate for goals, or materials distract students from learning content.		Teacher complements presentations with use of materials that are appropriate for goals. Materials are somewhat effective in helping students organize and learn content.		Appropriate materials are used and are effective at increasing student understanding of the content as well as improving student engagement.

3.2. Demonstrating effective “bag of tricks” in presenting new or difficult concepts

0	1	2	3	4
Teacher fails to provide alternative approaches or examples when confronted with students’ lack of understanding of new or difficult concepts.		Teacher is somewhat effective at using examples, mental imagery, role modeling, visual representations, etc. to illustrate new or difficult concepts.		Teacher is very effective at using examples, mental imagery, role modeling, visual representations, etc. to better illustrate new or difficult concepts.

3.3. Demonstrates content knowledge in instruction

0	1	2	3	4
Teacher makes content errors, is unable to engage in discussions on the content, or treats the content only very superficially.		Teacher demonstrates generally accurate content knowledge in instruction and in answering student questions when present.		Teacher demonstrates in-depth understanding of the content during instruction and enhances student learning.

3.4. Displays energy and conviction for the content being taught

0	1	2	3	4
Teacher presents content with little conviction and with little apparent buy-in from students.		Teacher communicates importance of the work with some enthusiasm. Students respond with moderate interest.		Teacher conveys genuine enthusiasm for the subject, and students respond to this enthusiasm.

3.5. Quality of questions

0	1	2	3	4
Teacher’s questions are not developmentally appropriate or relevant, or teacher fails to ask necessary questions.		Teacher asks questions that are developmentally appropriate and promote instructional intent, which may include basic facts and/or skills.		Most questions are developmentally appropriate and promote thoughtful responses and deeper understanding of content.

4. Scientific skills

4.1. Identification of research questions

0	1	2	3	4
Does not identify the problem or ask questions that cannot be addressed.		Identifies the problem in a generic way and/or with conceptual problems.		Identifies a researchable question that leads to an experimental design.

4.2. Formulation of predictions and hypothesis

0	1	2	3	4
Does not propose or identify predictions or hypotheses, or poses them without meaning.		Poses ambiguous hypotheses and predictions, but related to the research topic.		Poses more than one hypothesis or prediction that fits with the research problems and that include possible study variables.

4.3. Identification of variables

0	1	2	3	4
Study variables are not contemplated.		Identifies ambiguous independent or dependent variables that relate to the research question and the considered previous ideas.		Identifies and defines both independent and dependent variables that fit with the researchable question and the considered previous ideas.

4.4. Planning and investigation

0	1	2	3	4
No experimental design is proposed.		The experimental design is related to the considered hypotheses, but its description (use of materials, instruments, steps to follow) is incomplete and does not state the control variables.		The experimental design allows the verification of the hypothesis and predictions in a reliable way, presenting appropriate control variables.

4.5. Collection, organisation and representation of data

0	1	2	3	4
No data collection is performed or not related with the initial hypothesis.		Data collection appropriate to the procedure described, related to the hypotheses proposed, with adequate organization (i.e. use of tables) but without graphic treatment.		Methodical data collection, with a good understanding of the procedure, which provides data related to the research topic that is correctly organized and graphically represented with an adequate treatment.

4.6. Analysis of data and building scientific explanations

0	1	2	3	4
Without data analysis.		Explanations are just descriptions of the results.		Well-founded data analysis, with explanations based on evidence. Coordinates theoretical justifications with empirical evidence.

Annex 9. Resum dels vídeos de l'Exploratorium (2021) utilitzats en el procés formatiu del grup experimental

Vídeo 1

La mestra demana a un alumne què ha de fer si vol planificar una investigació sobre el magnetisme. L'alumne assenyala la importància de planificar la tasca de recerca pas a pas, escrivint per ordre allò que faran. Durant el diàleg, la mestra dóna pistes i dóna suport a l'explicació escrivint el vocabulari i la informació principal a la pissarra.

Vídeo 2

Els alumnes recorden les idees que van anotar en un mapa conceptual sobre allò que saben que fan els imants. La mestra utilitza el llenguatge corporal per representar les accions dels imants: atraure i repel·lir. A continuació, en parelles, els alumnes entaulen un diàleg sobre els materials a què saben que poden atraure els imants. La mestra redirigeix el diàleg cap a materials de l'aula, com ara una taula, per veure si se senten atrets per la superfície de fusta o per les potes de ferro.

Vídeo 3

La mestra recull les preguntes de l'alumnat sobre el tema científic. Fixa't que alguns tenen preguntes similars sobre com s'adhereixen els imants a un objecte i quina força tenen. Els mostra dos imants diferents, un imant de bloc i un imant d'anell, i decideixen que volen investigar quin imant és més fort.

Vídeo 4

Els alumnes decideixen el material que cada grup necessita: un imant d'anell, un imant de bloc, un got amb vint volanderes a dins, dos fils lligats als imants i el full de registre. Recorden els passos a seguir llegint-los en veu alta. Fan èmfasi que és molt important que tots facin el mateix perquè la prova sigui fiable/justa. Així, decideixen fer baixar cada imant tres vegades al got amb volanderes, assegurant-se de fer-ho lentament, esperant cinc segons a baix.

Vídeo 5

Els alumnes comencen a treballar en grups i el capità de cada grup agafa els materials necessaris del fons de classe. A continuació, recorden el disseny de la investigació, segueixen els passos de l'experimentació i la mestra els recorda què han de fer per dur a terme una prova fiable. Mentre experimenten, fan prediccions comentant el que esperen que passi. Finalment, anoten els resultats en una quadrícula del full de registre.

Vídeo 6

La mestra pregunta a l'alumnat què voleu esbrinar. Els alumnes contesten en veu alta quina és la pregunta de recerca. Formulen hipòtesis sobre la mida i la forma dels imants. Proposen afirmacions científiques, per exemple: "l'imant de bloc és més fort perquè el nombre de volanderes adherides a aquest imant durant l'experimentació és més gran que a l'imant d'anell". Cada grup comparteix les explicacions amb els altres grups. Finalment, la mestra i els alumnes entaulen un debat.

Vídeo 7

Els alumnes avancen en l'anàlisi dels resultats compartint dues representacions gràfiques: una per a l'imant de bloc i una altra per a l'imant d'anell. Discuteixen els títols dels eixos i anoten les dades recollides per cada grup. Tot seguit, la mestra els pregunta què poden esbrinar observant els gràfics.

Vídeo 8

Cada grup presenta les proves que ha trobat i conclou que l'imant de bloc és més fort que l'imant d'anell. La mestra pregunta a l'alumnat com saben que això és cert. Responen analitzant la representació gràfica i associant les proves empíriques amb conceptes científics sobre el magnetisme.

Vídeo 9

Per parelles, els alumnes escriuen en un pòster la pregunta de recerca, juntament amb les afirmacions i les evidències que han recollit. Per exemple, una parella escriu la pregunta investigada "És més fort un imant de bloc que un imant d'anell?", a sota la respon escrivint una afirmació "L'imant de bloc és més fort que l'imant d'anell." i al costat de l'afirmació escriu la prova o evidència que ho justifica "Perquè observant el gràfic veiem que l'imant de bloc ha imantat més volanderes. Durant l'activitat, la mestra discuteix les proves científiques amb les parelles d'alumnes per garantir la comprensió.

Annex 10. Validació dels vídeos utilitzats en el procés formatiu del grup experimental

Demaneu la vostra col·laboració per a iniciar un estudi, hem seleccionat uns fragments de vídeo que representen el procés d'indagació i mostren els ajuts pedagògics emprats en la pràctica docent a l'escola. Per tal de poder utilitzar-los com a instruments per a la formació de 3r curs del GEP-Dual necessitem validar els vídeos generats durant els pròxims dies.

Al final també demanem qüestions de valoració de les preguntes proposades per a guiar l'argumentació dels estudiants en relació amb l'anàlisi de vídeo que realitzaran anteriorment.

Per a cada activitat es demana que es valori el nivell de pertinença, importància i univocitat en referència a la representació d'esdeveniments docents a les aules d'Educació Primària en experiències indagadores.

L'escala de valoració va del 0 al 3, essent 0 gens pertinent/importat/unívoc i 3 totalment pertinent/importat/unívoc) (Carrera, 2002).

- Pertinença: Grau d'adequació de l'ítem al criteri dins del qual es troba.
- Importància: Grau de transcendència de l'ítem per a l'objecte d'estudi.
- Univocitat: Grau en què l'ítem pot ser comprès o interpretat inequívocament d'una única forma.

Destacar que els vídeos són propietat d'Exploratorium, demanem que si es volen utilitzar per a algun altre ús s'hi accedeixi a través de la seva pàgina web: <https://www.exploratorium.edu/education/ifi/inquiry-and-eld/educators-guide/magnet-investigation>

En la validació van participar 12 experts mestres d'escola o professors universitaris amb un mínim de 5 anys d'experiència en l'àmbit de les ciències experimentals (Taula 16).

Es va calcular l'índex de pertinença, d'importància i univocitat seguint el procediment descrit per Carrera et al. (2011). Els resultats es presenten en la Taula 19.

Taula 19*Resultats de la fase 1 de la validació dels vídeos*

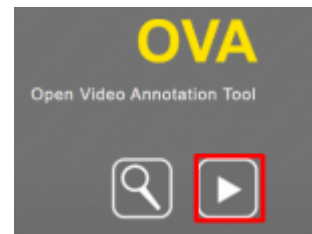
	Vídeo 1	Vídeo 2	Vídeo 3	Vídeo 4	Vídeo 5	Vídeo 6	Vídeo 7	Vídeo 8	Vídeo 9
Índex de pertinència	0,94	0,94	0,89	0,94	0,97	0,97	0,97	0,97	0,94
Índex d'importància	0,92	0,97	0,86	0,92	0,94	0,92	0,94	0,94	0,94
Índex d'univocitat	0,86	0,94	0,92	0,94	0,94	0,94	0,97	0,92	0,92

Annex 11. Guia tècnica proporcionada als estudiants abans de l'anàlisi de vídeo

Guia per l'eina OVA (Open Video Annotation Tool)

1. Accedir a la seva **web**: <https://gteavirtual.org/ova/>

2. Cliquem a la **icona del Play**, indicada a la foto de la dreta.



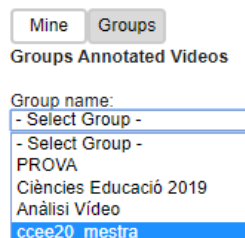
3. Per **registrar-nos** tenim diverses opcions, les més senzilles són:

1.-Amb el compte de la **Universitat**, tan sols hem de buscar Universitat de Lleida al buscador.

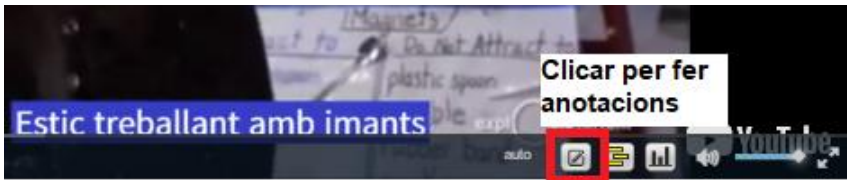
2.-Utilitzant un compte de **Gmail**.



4. Posteriorment, clicarem la finestra a la dreta, i clicarem al grup: **ccee20_mestra**.

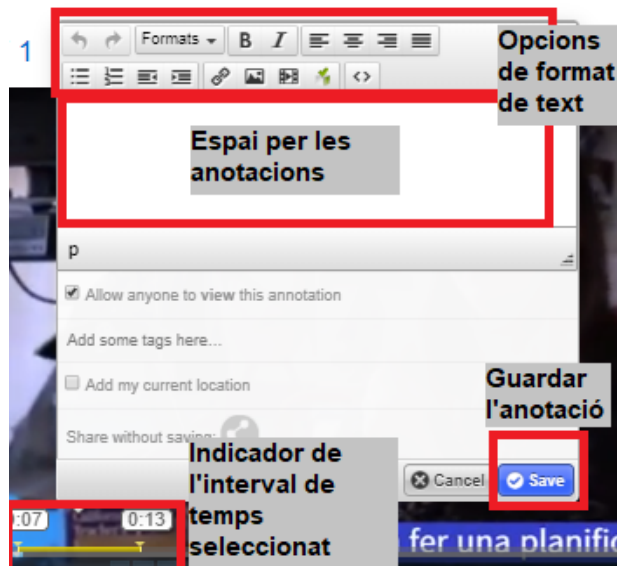


5. Per fer anotacions hem de clicar aquest requadre.



6. En la imatge s'explica les diferents opcions que habilita la pestanya, tanmateix és molt important ser precisos al seleccionar els intervals de temps en l'indicador groc.

CAL TENIR MARCADA L'OPCIÓ "Allow anyone to view this annotation".



Annex 12. Materials complementaris per a l'estudiantat: Guia de gravacions

A continuació es presenta la guia resum que es proporciona a l'estudiantat.

Quan fem una gravació hem de tenir en compte...

1. Material:

- Trípod i carregador de suport.
- Palanques/cargols per a gir transversal i longitudinal si la gravació requereix moviment.
- **Fulls d'autorització** preestablerts per a la gravació de menors.

2. Il·luminació:

És important tenir clar l'objecte de gravació i tots els factors que hi poden incidir negativament (contrallum, poca il·luminació, excés de flash) per tal de poder aconseguir una imatge correcta.

3. So:

Quan realitzem una gravació el so depèn de diferents factors, sobretot en destaquem l'**espai** i la **distància**.

- **Espai:** S'ha d'intentar defugir d'espais amb molt soroll ambient. Espais petits poden ser la millor opció.
- **Distància:** Si la càmera amb la qual gravem no disposa de sistema d'àudio extern és MOLT recomanable no enregistrar més enllà dels 2 metres de l'emissor de so que volem enregistrar. Evitar situar-nos a prop d'altres fonts de so que poden entorpir la gravació.

4. Enquadrament:

És important tenir clar en tot moment l'objecte o subjecte que ens interessa enregistrar. Posició horitzontal en l'enregistrament.

5. Procés

Per tal que la gravació sigui òptima hem de tenir en compte:

- **El guió:** Ens ajuda a recordar totes les seqüències que pretenem gravar i el seu ordre. També s'hi poden afegir apunts sobre l'escenificació. És interessant elaborar-lo amb els actors o actrius per aconseguir una fidelitat major a la idea inicial.
- **La reactància:** Quan realitzem una gravació en un entorn com l'escolar, estem irrompent en una situació habitual, on les persones que hi conviuen no hi estan acostumats. Aquest fet pot provocar una reacció d'aquestes persones (mirar a la càmera, actuar diferent, etc.) que és natural. Per evitar-ho, pot ser interessant deixar la càmera i el trípode gravant a l'aula per tal d'acostumar els individus i així aconseguir més naturalitat en el moment de la gravació final.

6. Selecció d'escenes

En qualsevol filmació sempre hi trobem contingut sobrant, per tal de poder seleccionar les escenes de forma correcta hem de tenir present el següent:

- El que presenta el vídeo és **interessant**.
- La visualització té **qualitat** i es presenta de manera completa.
- Els continguts presentats tenen **rellevància** educativa.

