



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

**TÍTOL:** Interdisciplinarietat en la formació inicial del professorat

**Subtítol:** Un Recorregut d'Estudi i Investigació en matemàtiques i ciències sobre què vol dir classificar

### 1. RESUM:

Es presenta el disseny i anàlisi d'una proposta de formació interdisciplinària basada en els *Recorreguts d'Estudi i Investigació per a la Formació del Professorat*. S'hi proposa una interacció de la formació disciplinària i didàctica, entre matemàtiques i ciències, del professorat en formació inicial de Primària, al voltant de la qüestió: *Què vol dir classificar?* L'alumnat reflexiona sobre la importància de les classificacions, tant en la construcció del coneixement científic com en la vida quotidiana.

### 2. ABSTRACT:

The design and analysis of an interdisciplinary training proposal based on the *Study and Research Paths for Teacher Education* are presented. We propose an interaction of disciplinary and didactic training, between mathematics and science, for primary school pre-service teachers, around the question: *What does it mean to classify?* The students reflected on the importance of classification in constructing scientific knowledge and in everyday life.

### 3. PARAULES CLAU:

Formació del professorat; Interdisciplinarietat; Matemàtica; Ciències; Recorreguts d'Estudi i Investigació; classificació.

### 4. KEYWORDS:

Teacher Education; Interdisciplinarity; Mathematics; Science; Study and Research Paths; classification.

### 5. ÀREA DE CONEIXEMENT

CIÈNCIES SOCIALS I JURÍDIQUES

### 6. ÀMBIT I SUBÀMIT TEMÀTIC

2d. Metodologies, estratègies i espais d'aprenentatge: Programes i experiències de formació del professorat

### 7. MODALITAT PREFERENT DE PRESENTACIÓ

Oral

### 8. DESENVOLUPAMENT:



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

### **Introducció: La formació de mestres i la interdisciplinarietat**

En les darreres dècades, hi ha hagut moviments importants a favor d'un canvi en l'ensenyament cap a metodologies més actives i menys separació entre les disciplines. En el cas de l'ensenyament universitari, aquest canvi de paradigma pedagògic s'ha materialitzat a través de múltiples iniciatives, com ara l'aprenentatge basat en la indagació, en problemes o en projectes (Artigue & Blomhøj, 2013; Freeman et al., 2014; Furtak et al., 2012).

En aquest canvi, la formació docent universitària és un aspecte fonamental, donat que el professorat és un agent decisiu per fomentar possibles innovacions, especialment quan aquestes són secundades per la recerca educativa i la seva transferència (Swan et al., 2013). Conseqüentment, el canvi de paradigma pedagògic en la formació universitària del professorat respon a l'evolució pròpia de l'ensenyament universitari i permet familiaritzar els i les futures docents amb les condicions i limitacions que hauran d'afrontar.

Aquest treball presenta un estudi empíric sobre el disseny, la implementació i l'anàlisi de metodologies actives relacionades amb l'aprenentatge basat en la indagació, en assignatures de Didàctica de les Matemàtiques i Didàctica de les Ciències Experimentals en el Grau en Mestre d'Educació Primària. La nostra investigació es proposa introduir la interdisciplinarietat com a element crucial dins aquest canvi de paradigma en la formació dels futurs mestres, en aquest cas per fer interactuar la formació disciplinar i didàctica en Matemàtiques i en Ciències Experimentals. Es tracta d'una conseqüència natural d'aquest canvi, ja que l'aprenentatge per indagació trenca amb la delimitació rígida de les disciplines pròpia del paradigma dominant, més basat en la transmissió de coneixement.

Els objectius que ens proposem en aquest treball són:

- Elaborar i implementar propostes basades en metodologies actives per a la interdisciplinarietat en la formació de mestres, que permetin oferir una formació més coherent amb el tipus d'ensenyament que es demana al professorat en formació inicial (PFI).
- Analitzar aquestes propostes formatives, comparant les condicions creades i les restriccions que emergeixen en el diàleg i interacció entre les respectives disciplines (matemàtiques i ciències experimentals).

*Ens preguntem, conseqüentment, sobre quines condicions i dispositius didàctics faciliten el disseny i la implementació de propostes formatives basades en l'aprenentatge per investigació interdisciplinàries per als futurs mestres d'Infantil i Primària en matemàtiques i ciències experimentals?*

La rellevància d'aquest treball no sols recau en la proposta innovadora de metodologies de formació, sinó també en aportar nou coneixement sobre les condicions que es requereixen



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

per poder implementar un ensenyament interdisciplinari basat en la indagació. Aquesta anàlisi ha de permetre elaborar estratègies de formació que prenguin en consideració les necessitats epistemològiques, didàctiques, pedagògiques, curriculars i d'organització que la innovació requereix, així com les restriccions que dificulten la seva implementació.

### **Un recorregut d'estudi i investigació per a la formació inicial del professorat en Ciències Experimentals i Matemàtiques**

En els últims anys, la nostra línia de recerca en el marc de la teoria antropològica del didàctic (TAD) s'ha centrat en la proposta dels *recorreguts d'estudi i investigació* (REI) i dels *REI per a la formació del professorat* (REI-FP). Aquests dispositius de formació combinen l'ensenyament per indagació de qüestions obertes amb el d'estudi i construcció de respostes (Bosch, 2018; Chevallard, 2015). En la recerca sobre els REI-FP, s'han dut a terme diversos dissenys i experiències en la formació del professorat de Secundària (Ruiz-Olarría et al., 2014), en la de mestres d'Infantil i Primària (Sierra, Bosch i Gascón, 2012; Barquero, Bosch i Florensa, 2021) i en els cursos en línia per a la formació del professorat de secundària (Barquero, Bosch i Romo, 2018). Una dificultat que s'observa és que, quan se situen les preguntes al cor del procés d'ensenyament i aprenentatge, la limitació d'una disciplina per abordar la qüestió apareix com una barrera escolar artificial. A més, a l'escola Primària, on el professorat sol provenir d'una educació generalista a la qual posteriorment s'integra, són els plans d'estudi de la formació inicial els que estableixen fronteres disciplinàries. La recerca que presentem explora el paper dels REI-FP en el disseny i implementació de propostes formatives, basades en l'aprenentatge per indagació, per als futurs mestres d'Infantil i Primària, que facilitin la interacció de les àrees de Matemàtiques i Ciències Experimentals.

Ens centrem en el context específic de dues assignatures obligatòries en els Graus de Formació de Mestres de la Universitat de Barcelona: la de Didàctica de les Matemàtiques (DM) (3r curs, 9 crèdits) del doble itinerari de Mestre en Educació Infantil i Primària; i la de Didàctica de la Matèria, l'Energia i la Interacció (DMEI) (2n curs, 6 crèdits) del Grau de Mestre en Educació Primària i del doble itinerari. La implementació del REI-FP s'ha realitzat en les dues assignatures durant el curs 2022-23, guiada pel professorat responsable, amb la resta de l'equip com a col·laboradors observadors. Un total de 42 estudiants de l'assignatura de DM i tres grups d'aproximadament 30 estudiants de l'assignatura de DMEI han participat aquesta primera implementació del REI-FP.

El REI-FP parteix d'una problemàtica comuna a ambdues assignatures, i detectada prèviament com a qüestió central per a la formació interdisciplinària. En l'assignatura de DMEI, la *classificació de la matèria* és un tema central i s'aborda des de fa cursos en el marc de l'assignatura, proposant la identificació de propietats i característiques de la matèria a partir un *kit* de mostres. En el cas de DM, durant els dos darrers cursos (2020-21 i 2021-22), s'ha dissenyat i implementat un REI-FP anomenat la "Sala d'objectes perduts" (Lerma et al., 2021) sobre els coneixements lògics a les etapes d'Infantil i Primària. Aquest REI-FP parteix



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

d'elaborar una proposta sobre com organitzar i gestionar la *sala d'objectes perduts* d'una escola. L'organització i gestió de la sala porta a abordar tasques sobre com i per què caracteritzar, classificar i gestionar col·leccions d'objectes.

### Resultats de la implementació del REI-FP sobre la classificació de col·leccions

Al curs 2022-23, l'equip de formadors de les assignatures, autors d'aquest treball, hem treballat en el disseny conjunt d'un REI-FP que parteix d'una qüestió generatriu *Què vol dir classificar?* La Figura 1 presenta un resum de com s'han estructurat les diferents etapes adaptades al context de cada assignatura (DM i DMEI).

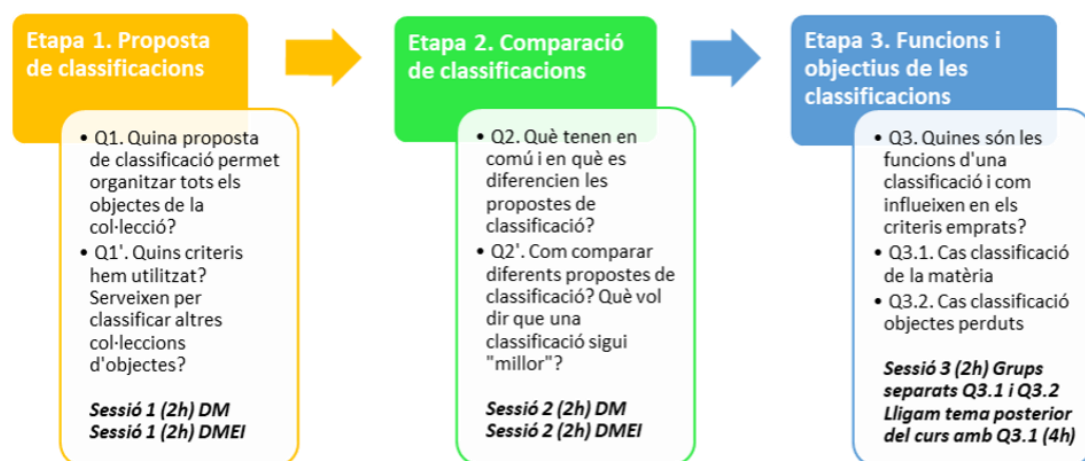


Figura 1. Estructura del REI-FP sobre la classificació de col·leccions

El REI-FP queda estructurat per tres grans qüestions: com classificar una col·lecció d'objectes? (Q1), com comparar dues propostes de classificació? (Q2) i com les característiques d'una classificació depenen de l'ús que se'n vulgui fer? relativitzant així els criteris de comparació (Q3).

Per tal de donar resposta a les qüestions es proposa a l'alumnat fer grups de treball, i buidar el contingut de les seves motxilles dins d'una caixa. Amb aquests objectes se'ls demana de fer una proposta de classificació d'aquestes col·leccions. Seguidament, s'intercanvien tots els objectes amb un altre grup. Quan es rep la nova caixa (amb els objectes de l'altre grup), cada grup ha de classificar tots els objectes segons la seva proposta inicial de classificació, sorgida amb la primera caixa, i afegir aquelles categories que es considerin pertinents. A partir d'aquest treball, i després de posar en comú les propostes de classificació de tota la classe, alumnat i formadors discuteixen quins *criteris* ha de complir una 'bona' classificació. En aquest punt, els principals criteris (sobre la classificació) que emergeixen de la discussió són:

- Ha de ser concreta
- Ha de ser observable



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

- Ha de ser general
- No ha de tenir ambigüitat
- Ha de ser clara
- Ha de ser precisa
- Ha d'incloure tot (el que estem classificant)
- Ha de permetre identificar característiques concretes (del que estem classificant)
- Ha de ser coherent amb l'objectiu de la classificació, entre d'altres.

Per a la segona fase, es presenta una col·lecció, igual per a tots els grups de treball, formada per recipients amb diferents substàncies (Figura 2). Es demana que cada grup proposi una classificació de la nova col·lecció.



Figura 2. Kit de diferents substàncies per a classificar

Seguidament, els grups intercanvien les propostes de classificació, les comparen i, si ho consideren oportú, en fan modificacions. Aquesta nova tasca permet que l'alumnat identifiqui la importància de les classificacions per treballar amb col·leccions, la complexitat associada per definir criteris i la seva utilitat en conèixer allò que s'està estudiant. A continuació, presentem reflexions fetes per dos grups d'estudiants al final de l'activitat.

*'La taula del nostre grup, permet classificar **qualsevol mena d'element** que trobem, en canvi, la taula de l'altre grup, es basa només en els elements de la col·lecció i en la **subjectivitat** d'on es troba o quina **utilitat** té l'element.'* [Grup A, DM]

*'La primera taula permet classificar segons les propietats dels objectes, **per tant, qualsevol objecte podria classificar-se en aquesta taula**. A més a més, els infants de primària o els adults que no coneixin les propietats dels objectes, podrien també completar-la a través de l'experimentació. Per tant, podríem afirmar que la primera taula és més **objectiva** i **concreta** que la segona, on la mateixa classificació permet identificar les **característiques dels objectes** [...]. Mentre que la segona taula és més **subjectiva**, menys concreta i només serveix per als*



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

*objectes concrets que hem classificat, podríem dir que no és tan universal com la primera.*  
[Grup C, DMEI]

Amb aquestes activitats l'alumnat ha pogut treballar la rellevància de la classificació en l'àmbit científic i les seves característiques i funcions. En el cas de les Ciències Experimentals, les classificacions es fan servir davant de la necessitat de conèixer un objecte o fenomen que s'estigui estudiant. Es plantegen, per tant, amb uns objectius concrets que serà important identificar. A banda, tal i com ha identificat l'alumnat a les activitats desenvolupades, la classificació científica persegueix ser universal (abastar el màxim possible). És així com es conclou aquest REI-FP, amb un formador o formadora donant una visió sobre el paper de la classificació en les ciències i matemàtiques, considerat com un coneixement compartit i essencial en ambdues disciplines, que necessita ser abordat i reconegut de manera conjunta.

### **Conclusions i reflexions finals**

L'elaboració i implementació d'aquesta proposta a l'aula s'ha valorat positivament tant des de DM com des de DMEI i es continuarà aplicant el curs vinent. Des d'un punt de vista interdisciplinari, s'han pogut abordar aspectes clau de les dues assignatures. Per tant, considerem que el REI-FP és un bon dispositiu didàctic per treballar amb PFI, sempre i quan les qüestions que es plantegin, siguin d'interès i rellevància compartida per les diferents disciplines.

Destaquem la pertinència de la qüestió inicial sobre *què vol dir classificar?* que s'aborda en la implementació d'aquest REI-FP amb els i les mestres en formació. L'equip de formadors, en una primera anàlisi de les qüestions abordades, en el context dels dos cursos (DM i DMEI), coincideixen en destacar-la com una qüestió central en ambdues disciplines: matemàtiques (dins l'àmbit de raonament lògic) i ciències experimentals (en la classificació de la matèria). És alhora una qüestió amb un gran lligam amb altres blocs disciplinaris i àmbits de la vida quotidiana i professional, però molt transparent com en la descripció curricular a nivell d'Infantil, Primària (i Secundària). Es tracta d'una activitat fonamental en totes les estructures socials i se situa a l'origen tant del desenvolupament cognitiu dels infants com de la construcció històrica del coneixement científic en tots els àmbits, incloent-hi les ciències socials.

L'alumnat participant ha valorat positivament la proposta, ja que reconeix la necessitat d'abordar determinades temàtiques lliures de les barreres estructurals de les propostes curriculars. Han reconegut com el treball coordinat entre les diferents assignatures ha permès enriquir la seva formació des d'un plantejament dels continguts abordats de manera integrada, tal i com ells i elles els haurien d'implementar en la seva futura tasca docent.

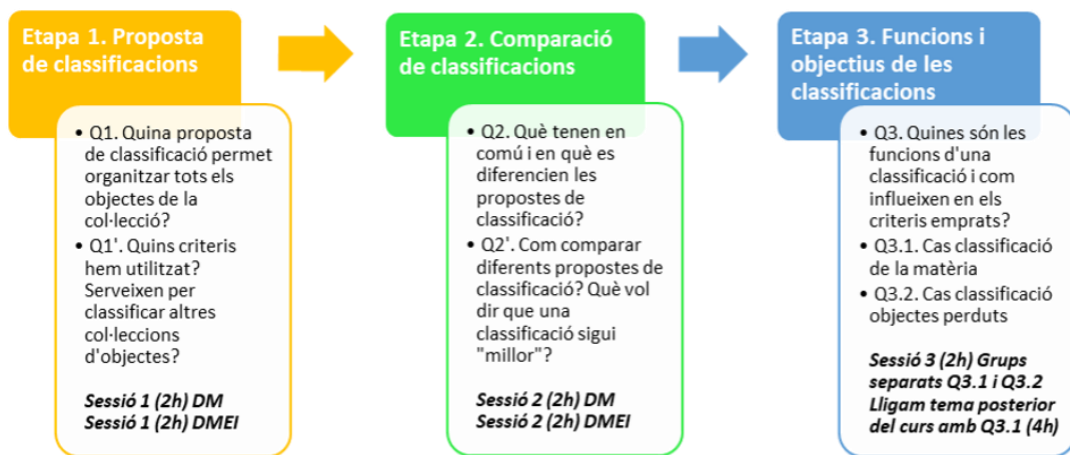
Finalment, cal remarcar que aquest és un dels primers REI-FP elaborat en els dos contextos complementaris de formació, d'entre d'altres que s'han començat a dissenyar i implementar



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

des d'aquesta perspectiva interdisciplinària durant el curs 2022-23. La metodologia dels REI-FP ofereix un espai idoni per a la col·laboració entre formadors de les dues àrees de coneixement, ajudant a fer visible possibles interaccions entre disciplines en la construcció i ús dels sabers i coneixements compartits i, en conseqüència, en la formació del professorat. La implementació del nou currículum amb la proposta central de les situacions d'aprenentatge a l'educació bàsica hauria de ser un incentiu per desenvolupar de forma sistemàtica aquest tipus de propostes i donar més consistència als continguts de la formació.

### 8.1. FIGURA O IMATGE 1



### 8.2. FIGURA O IMATGE 2





## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---





## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

### 9. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES:

ARTIGUE, M., & BLOMHOJ, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 797–810. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0506-6>

BARQUERO, B., BOSCH, M., & ROMO, A. (2018). Mathematical modelling in teacher education: dealing with institutional constraints. *ZDM – Mathematics Education*, 50(1-2), 31-43. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0907-z>

BARQUERO, B., BOSCH, M., & FLORENSA, I. (2021). Contribuciones de los recorridos de estudio e investigación en la universidad: el caso de la formación del profesorado. *AIEM. Avances De Investigación En Educación Matemática*, 21, 87–106. <https://doi.org/10.35763/aiem21.4232>

BOSCH, M. (2018). Study and Research Paths: a model for inquiry. In B. Sirakov, P. N. de Souza, & M. Viana (Eds.), *International congress of Mathematicians* (Vol. 3, pp. 4001–4022). Rio de Janeiro. <https://eta.impa.br/dl/121.pdf>

CHEVALLARD, Y. (2015). Teaching mathematics in tomorrow's society: a case for an oncomic counter paradigm. A S. J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education: Intellectual and attitudinal challenges* (pp. 173–187). Springer International Publishing. <https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-03191911/document>

FREEMAN, S., EDDY, S. L., MCDONOUGH, M., SMITH, M. K., OKOROAFOR, N., JORDT, H., & WENDEROTH, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

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/10.3102/003465431245720>

LERMA, A. M., BARQUERO, B., GARCÍA, F. J., HIDALGO-HERRERO, M., RUIZ-OLARRÍA, A., & SIERRA, T. (2021). Los conocimientos lógicos en la formación matemático-didáctica de maestros. A P. D. Diago, D. F. Yáñez, M. T. González-Astudillo, & D. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (pp. 385-392). SEIEM. <https://www.seiem.es/docs/actas/24/Comunicaciones/385.pdf>

RUIZ-OLARRÍA, A., SIERRA, T., BOSCH, M., & GASCÓN, J. (2014). Mathematics for teaching in a teachers' training programme based on the study of questions. *BOLEMA*, 28(48), 319-340. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n48a16>

SIERRA T. A., BOSCH, M., & GASCÓN, J. (2011). La formación matemático-didáctica del maestro de Educación Infantil: el caso de «cómo enseñar a contar». *Revista de Educación*, 357, 231-256. <https://doi.org/10-4438/1988-592X-RE-2010-357-059>



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

SWAN, M., PEAD, D., DOORMAN, M., & MOOLDIJK, A. (2013). Designing and using professional development resources for inquiry-based learning. *ZDM – Mathematics Education*, 45(7), 945–957. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0520-8>