



Treball de fi de màster

Títol: *L'efecte de la pràctica del record en l'aprenentatge: Una proposta per millorar l'aprenentatge i el rendiment dels alumnes*

Cognoms: *Jover Couce*

Nom: *Felisa Maria*

Titulació: Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Especialitat: Tecnologia

Director/a: *Antonio Hernández Fernández*

Data de lectura: *14 de juny de 2023*

Resum

La pràctica del record pot ser una eina fonamental per a l'aprenentatge i la consolidació dels coneixements. No obstant, les estratègies d'ensenyament tradicionals sovint no promouen de forma adequada aquesta pràctica. Per això, és important explorar noves metodologies pedagògiques que incorporin la pràctica del record com a eina per a la consolidació dels coneixements. D'aquesta manera, els alumnes podran desenvolupar la seva capacitat de recordar i aplicar els coneixements adquirits a llarg termini. La pràctica del record no ha de ser vista com una simple memorització mecànica de continguts, sinó com una oportunitat per aprofundir en el coneixement. Mitjançant la pràctica del record, els alumnes poden adquirir les capacitats necessàries per afrontar les exigències del món actual i futur, i desenvolupar competències com la capacitat de relacionar, comparar, sintetitzar, analitzar i aplicar el coneixement adquirit a altres situacions. Això també implica l'ús de preguntes i activitats que promoguin la comprensió del contingut i la seva relació amb altres conceptes.

En aquest treball s'ha realitzat una introducció teòrica del tema escollit seguit d'un treball experimental per avaluar l'impacte de la pràctica del record en l'aprenentatge de les matemàtiques. Les proves s'han realitzat en un conjunt anomenat "Matelliga" durant el segon trimestre del curs 2022-23. S'han realitzat en un total de vuit proves utilitzant diverses plataformes com ara Quizizz, Kahoot! i Socrative per implementar la pràctica del record de manera integrada a les classes de matemàtiques. També s'ha realitzat una avaluació de l'impacte de la pràctica del record en el llarg termini, al tercer trimestre per comparar els coneixements adquirits del primer i del segon trimestre.

Per tant, és una oportunitat per a la innovació en l'àmbit educatiu, que pot contribuir a millorar els resultats acadèmics i les habilitats dels alumnes.

Resumen

La práctica del recuerdo puede ser una herramienta fundamental para el aprendizaje y la consolidación de conocimientos. No obstante, las estrategias de enseñanza tradicionales a menudo no promueven de forma adecuada esta práctica. Por este motivo, es importante explorar nuevas metodologías pedagógicas que incorporen la práctica del recuerdo como herramienta para la consolidación de los conocimientos. De esta manera, los alumnos podrán desarrollar su capacidad de recordar y aplicar los conocimientos adquiridos a largo plazo. La práctica del recuerdo no ha de ser vista como una simple memorización mecánica de contenidos, si no como una oportunidad para profundizar en el conocimiento. Mediante la práctica del recuerdo, los alumnos pueden adquirir las capacidades necesarias para afrontar las exigencias del mundo actual y futuro, y desarrollar competencias como la capacidad de relacionar, comparar, sintetizar, analizar y aplicar el conocimiento adquirido a diferentes situaciones. Esto también implica el uso de preguntas y actividades que promuevan la comprensión del contenido y su relación con otros conceptos.

En este trabajo se ha realizado una introducción teórica del tema escogido seguido de un trabajo experimental para evaluar el impacto de la práctica del recuerdo en el aprendizaje de las matemáticas. Las pruebas se han realizado en un conjunto llamado "Mateliga" durante el segundo trimestre del curso 2022-23. Se han realizado un total de ocho pruebas utilizando diversas plataformas como Quizizz, Kahoot! y Socrative para implementar la práctica del recuerdo de manera integrada en las clases de matemáticas. También se ha realizado una evaluación del impacto de la práctica del recuerdo a largo plazo, en el tercer trimestre para comparar los conocimientos adquiridos del primer y del segundo trimestre.

Por lo tanto, es una oportunidad para la innovación en el ámbito educativo, que puede contribuir a mejorar los resultados académicos y las habilidades de los alumnos.

Abstract

Retrieval practice serves as a fundamental tool for effective learning and knowledge consolidation. However, conventional teaching strategies often fall short in adequately promoting this practice. Hence, it is crucial to explore novel pedagogical methodologies that integrate memory practice to consolidate knowledge. By doing so, students can develop their capacity to retain and apply acquired knowledge over the long term. It is essential to view memory practice not as mere mechanical memorization, but rather as an opportunity to delve deeper into understanding. Through engaging in memory practice, students can acquire the necessary skills to tackle the demands of the present and future. They can develop abilities such as making connections, drawing comparisons, synthesizing information, analyzing concepts, and applying knowledge to various scenarios. This entails employing questions and activities that foster comprehension of the content and its interrelationships with other concepts.

This study encompasses a theoretical introduction to the chosen topic, followed by an experimental investigation aimed at evaluating the impact of memory practice on mathematics learning. The experiments were conducted within a program named "Mathleague" during the second quarter of the 2022-23 academic year. A total of eight tests were administered utilizing platforms such as Quizizz, Kahoot!, and Socrative to integrate memory practice into mathematics classes. Additionally, an assessment was conducted in the third trimester to compare the knowledge acquired during the first and second trimesters, thereby evaluating the impact of long-term memory recall practice.

Thus, this endeavor presents an opportunity for innovation in the realm of education, with the potential to enhance students' academic achievements and competencies.

Índex

Resum	2
Resumen	3
Abstract	4
1 Introducció	8
1.1 Context del centre	8
1.2 Breu descripció dels continguts del TFM	9
1.3 Problema o proposta de millora	9
2 Estat de l'art.....	11
2.1 La pràctica del record	13
2.2 La pràctica del record fomenta la metacognició.....	15
2.3 La importància de les proves de record en l'aprenentatge: quan i com introduir-les en la classe.....	15
2.2.1 Nivell dels alumnes per a dur a terme la pràctica del record	15
2.2.2 Temporització i freqüència per introduir proves la pràctica del record	16
2.4 La pràctica del record no només millora l'aprenentatge factual.....	17
2.5 La pràctica del record i la taxonomia de Bloom	18
2.6 Habilitats cognitives necessàries per les assignatures STEM	22
3 Objectius el treball i justificació	25
3.1 Hipòtesi.....	25
3.2 Objectiu general	25
3.3 Objectius específics.....	25
3.4 Treball de camp	25
3.5 Justificació de les raons que han portat a escollir-lo.....	25
4 Disseny i metodologia de la investigació	27
4.1 Context	27
4.2 Metodologia i planificació	28
4.3 Eines utilitzades en la investigació	29
4.4 Disseny	30
5 Anàlisi de resultats	34
6 Resultats i discussió	34
6.1 Objectiu 1. Estudiar si la pràctica del record facilita l'adquisició d'un aprenentatge significatiu.....	34
6.2 Objectiu 2. Avaluar si la pràctica del record fomenta la retenció de coneixements a llarg termini.....	43
6.3 Objectiu 3. Determinar si la pràctica del record afavoreix la metacognició	44
7. Conclusions	51
Ètica i consentiment informat	53
Bibliografia.....	54

Índex de figures

FIGURA 1. ESQUEMA DE LA MEMÒRIA. ADAPTAT DE (RUIZ, 2021)	13
FIGURA 2. RESULTATS DE L'EXPERIMENT 1. A I B MOSTREN LES PROPORCIONS DE RESPOSTES CORRECTES DE PREGUNTES DE TRANSCRIPCIÓ LITERAL "VERBATIM" I D'INFERÈNCIES, RESPECTIVAMENT EN RELACIÓ A DIFERENTS MÈTODES D'ESTUDI REALITZATS. C MOSTRA LA "PREDICCIÓ" QUE VAN REALITZAR ELS SUBJECTES ABANS DE REALITZAR EL TEST SEGONS ELS DIFERENTS MÈTODES D'ESTUDI REALITZATS (KARPICKE & BLUNT, 2011).	14
FIGURA 3. TAXONOMIA DE BLOOM (1956) I REVISIÓ D'ANDERSON I KRATHWOHL (2001). ELABORACIÓ PRÒPIA.	19
FIGURA 4. ADAPTAT DE TAXONOMIA DE BLOOM (1956) I REVISIÓ D'ANDERSON I KRATHWOHL (2001) COMPARADES AMB ELS NIVELLS DE PROFUNDITAT DE CONEIXEMENT DE WEBB (2002). ELABORACIÓ PRÒPIA.	21
FIGURA 5. EXEMPLE DE NIVELLS DE CONEIXEMENT A MATEMÀTIQUES SEGUINT WEBB (2002). ELABORACIÓ PRÒPIA ADAPTAT DE WEBB (2002).	23
FIGURA 6. EXEMPLES DE KAHOOT! I QUIZZ PORTATS A TERME A LA "MATELLIGA" DEL PRIMER DOMINI O DOMINI DEL CONEIXEMENT.	30
FIGURA 7. EXEMPLES DE KAHOOT! I QUIZZ PORTATS A TERME A LA "MATELLIGA" DEL SEGON DOMINI O DOMINI D'APLICACIÓ	31
FIGURA 8. EXEMPLES DE KAHOOT! I QUIZZ PORTATS A TERME A LA "MATELLIGA" DEL TERCER DOMINI O DOMINI DE RAONAMENT.	32
FIGURA 9. MITJANA \pm DESVIACIÓ ESTÀNDAR DE LES NOTES DELS ALUMNES DE 2N D'ESO A EN ELS DIFERENTS TESTS REALITZATS DURANT LA PRÀCTICA DEL RECORD. ELS ALUMNES HAN ESTAT AGRUPATS EN 3 NIVELLS SEGONS ELS CONEIXEMENTS ASSOLITS EN EL PRIMER TRIMESTRE. NIVELL 1 = NIVELL BAIX; NIVELL 2 = NIVELL INTERMEDI; NIVELL 3 = NIVELL ALT. MOSTRA: N = 19, NIVELL 1 = 9, NIVELL 2 = 4, NIVELL 3 = 6. TEST: ANOVA **** p < 0.0001; NS = NO SIGNIFICANT.	35
FIGURA 10. MITJANA \pm DESVIACIÓ ESTÀNDAR DE LES NOTES DELS ALUMNES DE 2N D'ESO B EN ELS DIFERENTS TESTS REALITZATS DURANT LA PRÀCTICA DEL RECORD. ELS ALUMNES HAN ESTAT AGRUPATS EN 3 NIVELLS SEGONS ELS CONEIXEMENTS ASSOLITS EN EL PRIMER TRIMESTRE. NIVELL 1 = NIVELL BAIX; NIVELL 2 = NIVELL INTERMEDI; NIVELL 3 = NIVELL ALT. MOSTRA: N = 19, NIVELL 1 = 7, NIVELL 2 = 8, NIVELL 3 = 7. TEST: ANOVA **** p < 0.0001; NS = NO SIGNIFICANT.	35
FIGURA 11. CORRELACIÓ ENTRE LA VARIABLE "NOTA" I EL NUMERO DE "TESTS" SEGONS GRUP CLASSE I NIVELL. ELS ALUMNES HAN ESTAT AGRUPATS EN 3 NIVELLS SEGONS ELS CONEIXEMENTS ASSOLITS EN EL PRIMER TRIMESTRE. NIVELL 1 = NIVELL BAIX; NIVELL 2 = NIVELL INTERMEDI; NIVELL 3 = NIVELL ALT. .MOSTRA: NOIES: 13 A 2NA (5 NIVELL1, 3 NIVELL2 I 5 NIVELL3), 10 A 2NB (4 NIVELL1, 5 NIVELL2 I 3 NIVELL3). NOIS: 6 A 2NA (4 NIVELL1, 1 NIVELL2 I 1 NIVELL3), 10 A 2NB (3 NIVELL1, 3 NIVELL2 I 4 NIVELL3). TEST: R PEARSON = COEFICIENT DE CORRELACIÓ DE PEARSON, ON UN VALOR ENTRE 0 I 1 POSITIU INDICA CORRELACIÓ POSITIVA.	36
FIGURA 12. MITJANA \pm DESVIACIÓ ESTÀNDAR DE LES NOTES DELS ALUMNES DE 2N D'ESO A I B EN ELS DIFERENTS TESTS REALITZATS DURANT LA PRÀCTICA DEL RECORD SEGONS GÈNERE. ELS ALUMNES HAN ESTAT AGRUPATS EN 3 NIVELLS SEGONS ELS CONEIXEMENTS ASSOLITS EN EL PRIMER TRIMESTRE. NIVELL 1 = NIVELL BAIX; NIVELL 2 = NIVELL INTERMEDI; NIVELL 3 = NIVELL ALT. .MOSTRA: NOIES: 13 A 2NA (5 NIVELL1, 3 NIVELL2 I 5 NIVELL3), 10 A 2NB (4 NIVELL1, 5 NIVELL2 I 3 NIVELL3). NOIS: 6 A 2NA (4 NIVELL1, 1 NIVELL2 I 1 NIVELL3), 10 A 2NB (3 NIVELL1, 3 NIVELL2 I 4 NIVELL3). TEST: ANOVA ** p < 0.01; *** p < 0.001; **** p < 0.0001; NS = NO SIGNIFICATIU.	37
FIGURA 13. ANÀLISIS DE 2NA PER NIVELLS DELS ALUMNES I NIVELLS DE CONEIXEMENT DE LES PREGUNTES. ELS ALUMNES HAN ESTAT AGRUPATS EN 3 NIVELLS SEGONS ELS CONEIXEMENTS ASSOLITS EN EL PRIMER TRIMESTRE. NIVELL 1 = NIVELL BAIX; NIVELL 2 = NIVELL INTERMEDI; NIVELL 3 = NIVELL ALT. LES PREGUNTES S'HAN DISSENYAT PER ANALITZAR ELS TRES NIVELLS DE CONEIXEMENT: DOMINI DEL CONEIXEMENT, DE L'APLICACIÓ I DEL RAONAMENT. MOSTRA: N = 22, NIVELL 1 = 9, NIVELL 2 = 4, NIVELL 3 = 6. TEST: ANOVA.	39
FIGURA 14. ANÀLISIS DE 2NB PER NIVELLS DELS ALUMNES I NIVELLS DE CONEIXEMENT DE LES PREGUNTES. ELS ALUMNES HAN ESTAT AGRUPATS EN 3 NIVELLS SEGONS ELS CONEIXEMENTS ASSOLITS EN EL PRIMER TRIMESTRE. NIVELL 1 = NIVELL BAIX; NIVELL 2 = NIVELL INTERMEDI; NIVELL 3 = NIVELL ALT. LES PREGUNTES S'HAN DISSENYAT PER ANALITZAR ELS TRES NIVELLS DE CONEIXEMENT: DOMINI DEL CONEIXEMENT, DE L'APLICACIÓ I DEL RAONAMENT. MOSTRA: N = 19, NIVELL 1 = 7, NIVELL 2 = 8, NIVELL 3 = 7. TEST: ANOVA.	40
FIGURA 15. NOTES DE L'EXAMEN FINAL DEL 1R TRIMESTRE (1T) VS 2N TRIMESTRE (2T). ELS ALUMNES HAN ESTAT AGRUPATS EN 3 NIVELLS SEGONS ELS CONEIXEMENTS ASSOLITS EN EL PRIMER TRIMESTRE. NIVELL 1 = NIVELL BAIX; NIVELL 2 = NIVELL	

INTERMEDI; NIVELL 3 = NIVELL ALT. TEST: T-TEST APARELLAT. * $p < 0.05$. 2NA: N = 22, NIVELL 1 = 9, NIVELL 2 = 4, NIVELL 3 = 6. 2NB: N = 19, NIVELL 1 = 7, NIVELL 2 = 8, NIVELL 3 = 7.	41
FIGURA 16. NOTES DE L'EXAMEN FINAL DEL 1R TRIMESTRE (1T) VS 2N TRIMESTRE (2T) SEGONS GÈNERE. ELS ALUMNES HAN ESTAT AGRUPATS EN 3 NIVELLS SEGONS ELS CONEIXEMENTS ASSOLITS EN EL PRIMER TRIMESTRE. NIVELL 1 = NIVELL BAIX; NIVELL 2 = NIVELL INTERMEDI; NIVELL 3 = NIVELL ALT. MOSTRA: NOIES: 13 A 2NB (5 NIVELL1, 3 NIVELL2 I 5 NIVELL3), 10 A 2NA (4 NIVELL1, 5 NIVELL2 I 3 NIVELL3). NOIS: 6 A 2NB (4 NIVELL1, 1 NIVELL2 I 1 NIVELL3), 10 A 2NA (3 NIVELL1, 3 NIVELL2 I 4 NIVELL3). TEST: T-TEST APARELLAT. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$	42
FIGURA 17. ANÀLISIS DE LA RETENCIÓ A LLARG TERMINI REALITZADA AL JUNY I AVALUANT CONTINGUTS APRESSOS APLICANT O SENSE APLICAR PRÀCTICA DEL RECORD (AV 1 VS AV 2). MOSTRA: 2NA: N = 22, 2NB: N = 19. TEST: T-TEST APARELLAT. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$	44
FIGURA 18. ANÀLISIS DE LA RETENCIÓ A LLARG TERMINI PER NIVELLS REALITZADA AL JUNY I AVALUANT CONTINGUTS APRESSOS APLICANT O SENSE APLICAR PRÀCTICA DEL RECORD (AV 1 VS AV 2). ELS ALUMNES HAN ESTAT AGRUPATS EN 3 NIVELLS SEGONS ELS CONEIXEMENTS ASSOLITS EN EL PRIMER TRIMESTRE. NIVELL 1 = NIVELL BAIX; NIVELL 2 = NIVELL INTERMEDI; NIVELL 3 = NIVELL ALT. MOSTRA: 2NA: N = 22, NIVELL 1 = 9, NIVELL 2 = 4, NIVELL 3 = 6. 2NB: N = 19, NIVELL 1 = 7, NIVELL 2 = 8, NIVELL 3 = 7. TEST: ANOVA. * $p < 0.05$	44
FIGURA 19. GRÀFIC DE SECTORS QUE MOSTRA LES PROPORCIONS RELATIVES DE LES DIFERENTS CATEGORIES RELACIONADES AMB LA COMPRESIÓ DE LA MATÈRIA DESPRÉS D'HAVER POSAT EN PRÀCTICA LA "MATELLIGA"	48
FIGURA 20. GRÀFIC DE SECTORS QUE MOSTRA LES PROPORCIONS RELATIVES DE LES DIFERENTS CATEGORIES RELACIONADES AMB LA CONFIANÇA I ACTITUD CAP A LES MATEMÀTIQUES DESPRÉS D'HAVER POSAT EN PRÀCTICA LA "MATELLIGA"	49

Índex de taules

TAULA 1. DEMOGRAFIA DE L'INSTITUT. FONT: (AJUNTAMENT DE GIRONA, 2020)	8
TAULA 2. TÈCNiques D'APRENENTATGE (DUNLOSKY, RAWSON, MARSH, NATHAN, & WILLINGHAM, 2013).	11
TAULA 3. AVALUACIÓ DE LA UTILITAT DE CADASCUNA DE LES TÈCNiques D'APRENENTATGE (DUNLOSKY ET AL., 2013).	12
TAULA 4. EXEMPLES DELS TRES DOMINIS PER A TECNOLOGIA DE 2N D'ESO. ELABORACIÓ PRÒPIA.	24
TAULA 5. EXEMPLES DELS TRES DOMINIS PER A MATEMÀTIQUES DE 2N D'ESO. ELABORACIÓ PRÒPIA.	24
TAULA 6. MOSTRA DE L'ESTUDI EXPERIMENTAL I LES DIFERENTS CLASSIFICACIONS ESTUDIADES.	27
TAULA 7. EXTRACTE D'ANÀLISIS DE FORTALESES I DEBILITATS DE LA MATELLIGA PELS ALUMNES.	45
TAULA 8. AUTOANÀLISIS DELS ALUMNES SOBRE LA METACOGNICIÓ AMB LA "MATELLIGA"	47
TAULA 9. MILLORES APRECIADES PELS ALUMNES AMB LA MATELLIGA.	49
TAULA 10. RESPOSTES DELS ALUMNES A LA PREGUNTA DE QUÈ ODEM FER PER MILLORAR L'ACTITUDA CAP A LES MATEMÀTIQUES.	50

1 Introducció

1.1 Context del centre

El present TFM planteja una proposta per a treballar **la pràctica del record**, que consisteix a reconstruir el coneixement a través de la recuperació d'informació de la memòria (Roediger, Putnam, & Smith, 2011). S'ha realitzat un estudi experimental en Educació Secundària Obligatoria. A tal efecte, s'han aplicat i es posen de manifest diversos coneixements adquirits al llarg del màster, i durant el període del pràcticum a un institut situat a la ciutat de Girona. L'institut és un centre de complexitat mitjana, habitual a la ciutat de Girona excepte a l'agrupació censal de Girona 7 (Taula 1).

Taula 1. Demografia de l'institut. Font: (AJUNTAMENT DE GIRONA, 2020)

Dades 2019						
Agrupació censal(*)	Població ocupada (%)	Treballadors de baixa qualificació (%)	Població amb estudis baixos (%)	Població jove sense estudis postobligatoris (%)	Estrangers de països de renda baixa o mitjana (%)	Renda mitjana per persona (€)
Girona 1	57,1	9,8	12,1	27,2	16,2	15.701
Girona 2	37,4	29,3	28,9	79,7	11,6	6.155
Girona 3	65,9	6,8	9,4	15,5	12,3	17.481
Girona 4	66,3	9,3	10,5	23,2	16,1	15.701
Girona 5	68,7	7,9	8,6	18,8	12,9	15.377
Girona 6	60,3	20,1	19,0	39,2	30,8	10.519
Girona 7	68,1	3,6	4,6	10,8	3,2	19.189
Girona 8	60,4	18,9	20,9	42,4	23	10.412

Actualment el centre disposa de 4-6 línies d'ESO depenent del nivell, amb aproximadament un 40% de l'alumnat té Necessitats Específiques de Suport Educatiu (NESE), i la majoria d'aquests alumnes necessiten un Pla Individualitzat (PI). No obstant, aquest tipus d'alumnat és minoria a l'aula ordinària a matemàtiques que és a l'àrea on es desenvolupa aquest treball, ja que el centre compte amb diversos projectes educatius amb els que intenten donar suport a aquest alumnat. Un d'ells, el "Supera", inclou aules de grups reduïts per les assignatures instrumentals (matemàtiques, castellà i català) i treu a aquest alumnat de l'aula ordinària. Un altre, el "Bloc inclusiu", tracta d'atendre a l'alumnat disruptiu mitjançant metodologies més pràctiques i aplicades a la realitat.

1.2 Breu descripció dels continguts del TFM

Aquesta memòria està estructurada en els següents apartats: la **introducció i context** on es presenta la temàtica del treball i el **problema** en relació als models i teories existents; la descripció de **l'estat de l'art sobre la proposta**; a continuació, la presentació dels objectius del projecte on es **justifica** el plantejament de la recerca i s'exposa la **metodologia** de recopilació d'informació a partir dels objectius específics; el **desenvolupament de la proposta didàctica i intervenció docent**, on es descriuen i es discuteixen els resultats en relació al marc teòric i estudis previs el **desenvolupament del treball i l'avaluació dels resultats**, on es s'exposen les deduccions i inferències assolides a partir de la hipòtesi de partida; i, finalment, la **conclusió**.

Les assignatures STEM, que inclouen les matemàtiques, les ciències, la tecnologia i l'enginyeria, són les matèries que presenten més dificultats per als alumnes (Solbes, Montserrat, & Furió, 2007). Això es deu en gran part a la complexitat dels conceptes i a la manca de rellevància que molts alumnes els atribueixen. Molts alumnes presenten dificultats en la resolució de problemes matemàtics, científics o tecnològics, així com en la comprensió del llenguatge propi d'aquestes àrees i la interpretació de gràfics, taules i dades.

A més, la transició de 2n a 3r d'ESO és un moment crític pels estudiants, ja que s'incrementa la dificultat i la complexitat de les matèries, motiu pel qual encara fa més necessari consolidar els coneixements en aquesta etapa per evitar que es desprenguin alumnes que a 3r ja no podran seguir i posa en relleu la importància de promoure estratègies educatives que ajudin als alumnes a consolidar els coneixements necessaris per afrontar amb èxit els reptes acadèmics dels cursos posteriors i evitar l'abandonament prematur dels estudis.

Per això, és important promoure estratègies educatives que ajudin als alumnes a comprendre i consolidar els coneixements necessaris per afrontar amb èxit els reptes acadèmics de les assignatures STEM. Que els alumnes puguin comprendre i consolidar aquests coneixements és fonamental per a garantir el seu èxit acadèmic i professional en el futur. Per aconseguir aquesta consolidació, és important que els alumnes no només aprenguin els conceptes, sinó que també els entenguin i els puguin aplicar en situacions diverses. Això requereix la utilització d'eines i metodologies didàctiques que els permetin connectar la teoria amb la pràctica, fomentant la seva capacitat de resolució de problemes i la seva creativitat.

1.3 Problema o proposta de millora

L'anàlisi de la realitat de les aules de secundària ens mostra com la tipologia d'alumnat que hi assisteix presenta capacitats, característiques, expectatives, necessitats i interessos molt diversos. Això representa un repte per als instituts perquè han d'intentar implicar a tota aquesta diversitat d'alumnes en el seu procés d'aprenentatge mantenint la motivació i perseverança durant, com a mínim, 4 anys.

En aquest sentit, cal tenir en compte que l'aprenentatge a llarg termini no és una tasca fàcil, ja que requereix d'un esforç continuat i perseverant per part dels alumnes. A més, la dificultat en mantenir el coneixement a llarg termini pot ser una limitació en el desenvolupament dels alumnes. Per això, és important que les metodologies educatives

s'enfoquin a la consolidació dels coneixements, la seva transferència a altres àrees i la seva aplicació en situacions reals. Així es pot garantir que els alumnes adquireixin una base sòlida de coneixements i habilitats que els permetin afrontar els reptes que se'ls presentin en el futur.

En aquest sentit, **una oportunitat clau és la de desenvolupar mètodes i estratègies d'ensenyament que fomentin la retenció a llarg termini dels coneixements i habilitats adquirits pels alumnes.** Moltes vegades, els alumnes adquireixen coneixements per a superar una prova, però després els oblidaran ràpidament. És important que els alumnes aprenguin de manera significativa, és a dir, que puguin relacionar els coneixements amb les seves pròpies experiències i que això els permeti retenir els conceptes durant més temps (Ballester, 2007; Rosel, Ruano, Ausubel, Novak, & Hanesian, 2009).

Per aconseguir això, és necessari desenvolupar mètodes d'ensenyament que incloguin la pràctica dels coneixements apresos a través de diferents activitats, la reflexió i el feedback constructiu. També és important promoure una actitud positiva i un ambient propici per a l'aprenentatge, en el qual els alumnes se sentin motivats a aprendre i puguin expressar les seves opinions i inquietuds (Ausubel, 1983; Ballester, 2007; Rioseco G. & Romero, 1997).

Partint d'aquesta idiosincràsia, és necessari fer recerca i innovació educativa que comporti **una reflexió sobre metodologies que promoguin la capacitat dels alumnes per adquirir coneixements i conceptes a llarg termini, i que els dotin de les habilitats necessàries per afrontar les exigències del món actual i futur.** Les metodologies pedagògiques han de ser adaptades a les característiques i necessitats del alumnes. Per aconseguir aquest objectiu, és important analitzar les diferents teories i models pedagògics existents i seleccionar aquelles que millor s'adaptin al context educatiu concret. A més, cal que els docents tinguin la formació i el suport necessaris per aplicar amb èxit les noves metodologies pedagògiques, i que es promogui una cultura de l'aprenentatge continu per part dels alumnes i dels mateixos docents.

2 Estat de l'art

De les vuit competències bàsiques definides per la Unió Europea (The European Commission, 2019) com a objectius prioritaris de l'educació, probablement la que les pot englobar a totes i fonamental seria la competència “**d'aprendre a aprendre**”. Aquesta competència implica fer-se conscient del propi procés d'aprenentatge, monitoritzar el seu progrés i prendre mesures adequades per a millorar-lo deliberadament. És una **habilitat metacognitiva** que requereix que l'individu pensi i reflexioni sobre els seus propis processos cognitius. Les habilitats de metacognició busquen ajudar a l'alumnat amb la seva capacitat de reflexionar sobre el propi procés d'aprenentatge, de comprendre les pròpies estratègies cognitives i d'adaptar-les a les situacions d'aprenentatge (Ruiz, 2021).

L'educació és crucial per al creixement individual i social, i malgrat els esforços dels educadors i governs per millorar els resultats acadèmics, molts estudiants continuen trobant dificultats per assolir els seus objectius. Una de les solucions més prometedores és ajudar als estudiants a regular el seu propi aprenentatge mitjançant l'ús de tècniques efectives. Això implica ensenyar als estudiants a estudiar de manera eficient i a aprofitar al màxim el temps i els recursos disponibles per a l'aprenentatge. La recerca ha demostrat que hi ha **diverses tècniques d'aprenentatge efectives** que poden ser ensenyades als estudiants per millorar el seu rendiment acadèmic (Dunlosky et al., 2013). Les tècniques efectives són mètodes o estratègies d'aprenentatge que han estat demostrats empíricament per millorar el rendiment acadèmic dels estudiants. Això vol dir que hi ha evidència científica que suggereix que aquestes tècniques són més efectives que altres mètodes d'estudi. Algunes de les tècniques efectives més conegudes inclouen el repàs distribuït, la pràctica del record, l'autoexplicació, l'elaboració i la recuperació activa (Taula 2).

Taula 2. Tècniques d'aprenentatge (Dunlosky, Rawson, Marsh, Nathan, & Willingham, 2013).

Tècnica	Descripció
Preguntes elaboratives	Preguntarnos a nosaltres mateixos per què és veritat un concepte après.
Auto-explicacions	Explicar els passos fets per a resoldre un problema o explicar com es relaciona nova informació amb la informació ja apresada.
Resumens	Escriure resums del més important d'un text per aprendre.
Resaltar o subratllar	Marcar les parts potencialment importants d'un text per aprendre quan llegim.
Memoritzar paraules clau	Utilitzar paraules clau per recordar continguts.
Imatginar el text	Crear imatges mentals del contingut d'un text mentre llegim o escoltem.
Re-llegir	Tornar a estudiar el material després d'una primera lectura.
Practicar tests o proves	Auto-avaluar-se fent problemes, proves o realitzar tests periòdics de les activitats d'estudi en el temps.
Pràctica continua	Implementar un horari de pràctica de les activitats d'estudi que es reparteixi en el temps.
Pràctica entrelaçada	Implementar un horari de pràctica que combini tipus de problemes, o un horari d'estudi que combini diferents tipus de materials en una sola sessió d'estudi.

En el context de l'aprenentatge, **el fet d'estudiar fent tests** ha estat identificat clàssicament com una tècnica efectiva per millorar el rendiment dels estudiants en una àmplia gamma de tasques i intervals de retenció (Skinner, 1970). En un estudi realitzat per Dunlosky i col·laboradors (Dunlosky et al., 2013), es van avaluar diverses tècniques d'aprenentatge i la seva eficàcia en entorns educatius. L'objectiu de l'avaluació era determinar si hi havia prou evidència per aconseguir conclusions sobre la generalització d'una tècnica, els problemes per a la seva implementació o la seva eficàcia en entorns educatius, així com verificar la seva efectivitat. Els resultats de l'estudi de Dunlosky suggereixen que la **pràctica de tests entesa com la pràctica de recuperar informació de la nostra memòria amb diferents eines** com fent problemes, tests, omplint targetes, etc. és una de les **tècniques d'aprenentatge més efectives** i recomanables per als estudiants i els professors (Taula 3).

Els resultats d'aquesta avaluació suggereixen dues direccions per a futura recerca que podrien tenir implicacions immediates per a l'educació. En primer lloc, es necessita més recerca per explorar completament el grau en què els avantatges de les tècniques són generalitzables a les diferents realitats. Seran particularment importants les investigacions que avaluen el grau en què les interaccions entre les variables com les condicions d'aprenentatge, les característiques dels estudiants, els diferents materials o criteris per a realitzar les tasques limiten o magnifiquen els avantatges d'una tècnica determinada. En segon lloc, s'ha de seguir explorant més plenament el benefici de la majoria de les tècniques en entorns educatius representatius.

Taula 3. Avaluació de la utilitat de cadascuna de les tècniques d'aprenentatge (Dunlosky et al., 2013).

Tècnica	Utilitat	Estudiants	Materials	Tasques de criteri	Problemes d'implementació	Contexts educacionals
Preguntes elaboratives	Moderada	P-I	P	I	P	I
Auto-explicacions	Moderada	P-I	P	P-I	Q	I
Resumens	Baixa	Q	P-I	Q	Q	I
Resaltar o subratllar	Baixa	Q	Q	N	P	N
Paraules clau	Baixa	Q	Q	Q-I	Q	Q-I
Imaginar el text	Baixa	Q	Q	Q-I	P	I
Re-llegir	Baixa	I	P	Q-I	P	I
Practicar proves	Alta	P-I	P	P	P	P
Pràctica continua	Alta	P-I	P	P-I	P	P-I
Pràctica entrellaçada	Moderada	I	Q	P-I	P	P-I

Nota: Una qualificació positiva (P) indica que hi ha evidència disponible que demostra la eficàcia de la tècnica d'aprenentatge respecte a una determinada variable o problema. Una qualificació negativa (N) indica que la tècnica d'aprenentatge és amplament ineficaç per a determinada variable. Una qualificació qualificada (Q) indica que ha puntuat com a positiva per a determinades condicions (o per alguns grups), però no en altres. Una qualificació insuficient (I) indica que no hi ha suficient evidència per a suportar una valoració definitiva en un o més factors per a una determinada variable.

2.1 La pràctica del record

Hi ha **tres etapes bàsiques que constitueixen l'aprenentatge**: codificació, consolidació i recuperació (Nadel, Hupbach, Gomez, & Newman-Smith, 2012). A grans trets podem dir que la **codificació** és el procés mitjançant el qual adquirim la informació a través dels estímuls sensorials que ens arriben de l'exterior. La **consolidació** ens permet emmagatzemar la informació, és a dir, transformar les memòries a curt termini en memòries a llarg termini. I la **recuperació** es dona quan recordem alguna cosa que vam aprendre prèviament. Podríem, fins i tot anar un pas més enllà i parlar de la **evocació** que seria, una vegada recuperada la informació, quan som capaços de verbalitzar-la o materialitzar-la, en contraposició al fenomen de punta de la llengua.

A partir d'ara, es parlarà d'evocació i recuperació com a sinònims considerant el procés fins al pas de verbalitzar o fer explícit el record. Tendim a pensar que la major part de l'aprenentatge ocorre durant l'etapa de codificació, no obstant això, l'aprenentatge es enforteix durant la recuperació. Resulta més efectiu extreure informació de la ment dels estudiants, en lloc d'omplir-los de dades. Pels coneixements procedimentals (Figura 1) es fa més obvia aquesta afirmació. Estem tots d'acord en què per aprendre a anar en bicicleta, s'ha de practicar anant en bicicleta. El mateix principi s'aplica a la majoria dels coneixements. En altres paraules, la pràctica és una condició necessària per a l'aprenentatge. No obstant això, per als coneixements semàntics, pot semblar suficient "absorbir-los" simplement prestant atenció, amb la creença que serem capaços de recuperar-los posteriorment. Tot i així, la investigació en el camp cognitiu i educatiu ha proporcionat suficients evidències que mostren que **practicar la recuperació** del que hem après **millora la nostra capacitat de recordar-ho** i, per tant, demostrar que ho sabem (Ruiz, 2021).

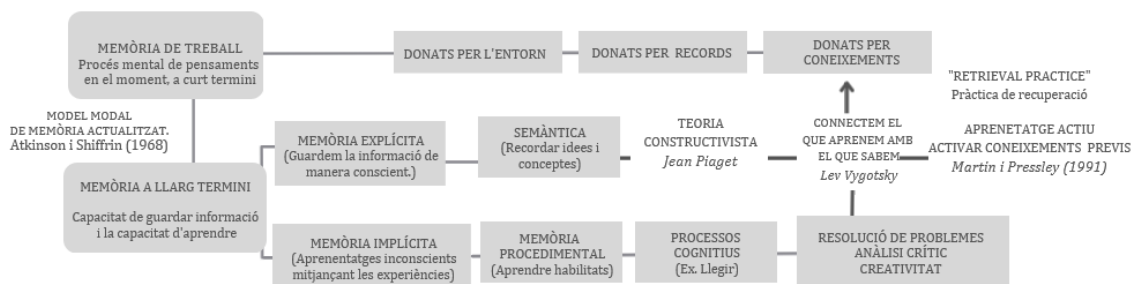


Figura 1. Esquema de la memòria. Adaptat de (Ruiz, 2021)

La **pràctica del record** (o de la recuperació), que consisteix a **reconstruir el coneixement a través de la recuperació d'informació de la memòria**, és un mètode d'aprenentatge àmpliament reconegut pels investigadors (Roediger & Karpicke, 2016). És una estratègia en la qual s'intenta evocar la informació de la memòria en successives ocasions i s'aconsegueix una millora de l'aprenentatge. Esforçar-se per recuperar informació ens força a extreure tot aquest coneixement i examinar el que coneixem. Per exemple, jo puc pensar que conec totes les províncies espanyoles, però no puc estar segura fins que intenti trobar la resposta per mi mateixa. Sovint creiem que hem après alguna cosa, però quan intentem evocar-la ens adonem que no podem recuperar-la del tot bé. A més de **permetre avaluar el que un sap**, la realització d'una prova de memòria també **millora la retenció posterior**, un fenomen conegut com a "**efecte de la prova**"

(*testing effect*). Tot i així, malgrat aquesta definició tradicional, recentment s'ha popularitzat el terme "pràctica del record" ja que els tests no són l'única eina per a activar la recuperació de la informació. Quan els alumnes són capaços de recuperar correctament el coneixement i ho fan de forma repetida, la pràctica del record promou un **aprenentatge robust, durador i transferible a nous contextos** (Carpenter, 2012; Karpicke, 2012).

La pràctica del record demostra que els processos de "rememoració" que es posen en marxa quan fem un test tenen efectes poderosos sobre l'aprenentatge i la retenció a llarg termini (Agarwal, Karpicke, Kang, Roediger, & McDermott, 2008). En aquest sentit, la pràctica del record s'ha demostrat més efectiva per millorar l'aprenentatge que la relectura de continguts (Roediger & Karpicke, 2006), tot i que aquesta última és l'estratègia més utilitzada pels alumnes de secundària (Ernst Jourdan, Arán Filippetti, & Viviana, 2022).

A més, s'ha comprovat que la pràctica del record produeix resultats superiors a l'estudi a través de la creació de mapes conceptuals (Karpicke & Blunt, 2011). En aquest estudi realitzat per Karpicke i Blunt, es van realitzar dos experiments per a comparar l'efectivitat de la pràctica de recuperació i l'estudi elaboratiu amb mapes conceptuals per a produir un aprenentatge significatiu de materials científics (Figura 2). En el primer experiment, es va instruir als estudiants que llegissin un text de ciències sota una de les quatre condicions d'estudi: llegir una sola vegada, llegir quatre vegades consecutives, elaborar un mapa conceptual o recuperar la informació llegida mitjançant una prova de recordatori. Posteriorment, es va demanar als estudiants que avaluessin la seva percepció de l'efectivitat de les activitats d'aprenentatge i se'ls va preguntar quant recordarien del text una setmana després. En el segon experiment, es va demanar als estudiants que realitzessin una prova d'avaluació una setmana després d'haver après els materials. Els resultats van indicar que la recuperació activa va produir l'aprenentatge més efectiu, millor que l'estudi elaboratiu amb mapes conceptuals, que a la vegada no era significativament millor que dedicar temps addicional a llegir el text.

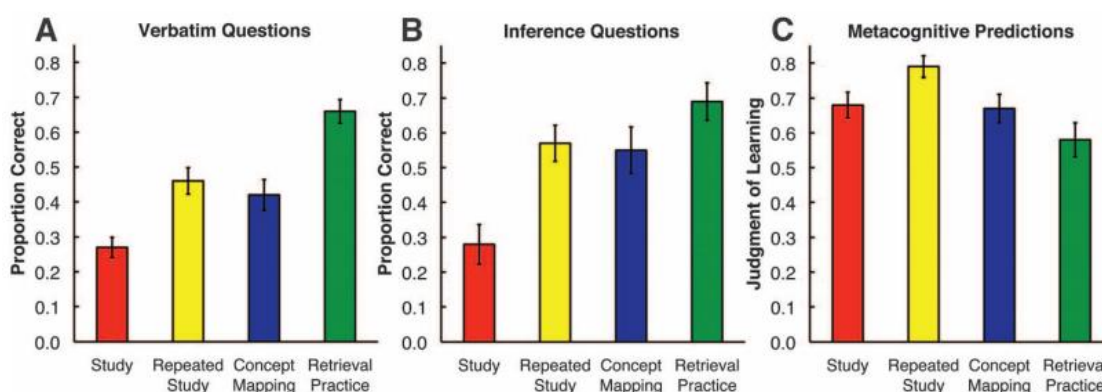


Figura 2. Resultats de l'experiment 1. A i B mostren les proporcions de respostes correctes de preguntes de transcripció literal "verbatim" i d'inferències, respectivament en relació a diferents mètodes d'estudi realitzats. C mostra la "predicció" que van realitzar els subjectes abans de realitzar el test segons els diferents mètodes d'estudi realitzats (Karpicke & Blunt, 2011).

2.2 La pràctica del record fomenta la metacognició

La pràctica del record, a més, té un benefici adicional: **ens ajuda a identificar les nostres mancances d'aprenentatge**. En altres paraules, no només ens ajuda a millorar l'aprenentatge i a adonar-nos de tot el que sabem, sinó que també ens indica què no sabem. Aquest aspecte crucial és el que es coneix com a **metacognició**, o la consciència sobre el que sabem i el que no sabem. Per exemple, alguns alumnes estudien molt per als exàmens i no aconsegueixen una bona nota. Això pot ser perquè normalment estudien allò que ja saben i no estudien allò que no saben. Fent exercicis de evocació, els alumnes són capaços de prendre consciència del que saben i del que no saben, i així poder prendre millors decisions a l'hora d'estudiar (Agarwal, Bain, & Chamberlain, 2012a). Una millor metacognició també beneficia als professors: quan saben el que els seus alumnes coneixen i desconeixen, els professors poden ajustar les seves classes per assegurar-se que tots els alumnes arriben al mateix objectiu. La capacitat dels alumnes de predir amb precisió el que saben i el que no saben és una habilitat important en educació, però desafortunadament sovint fan prediccions incorrectes. Quan **els alumnes tornen a llegir** el material repetidament, sovint **sobreestimen el seu coneixement** del material. No obstant això, fer una prova d'evocació pot fer que els alumnes perdin confiança, un fenomen conegut com a **efecte de subconfiança amb la pràctica amb tests** (Koriat, Sheffer, & Ma'ayan, 2002). Les proves poden ajudar a **compensar la tendència a tenir una confiança excessiva**, el que resulta en una valoració més precisa de l'aprenentatge.

Un **component important de la metacognició és la retroalimentació**, és a dir, oferir als alumnes informació sobre si han encertat o han fallat en la resposta. Sense retroalimentació, els alumnes no saben com han actuat, així que la retroalimentació ha d'estar sempre present en les pràctiques de record. La evidència mostra que els **tests amb retroalimentació milloren l'aprenentatge** dels alumnes i la seva consciència metacognitiva (Agarwal, Bain, & Chamberlain, 2012b). Ha quedat demostrat que la retroalimentació millora el rendiment real dels alumnes i també les seves prediccions sobre el seu rendiment (Agarwal et al., 2012b). Existeix la creença que la retroalimentació és beneficiosa només per a les respostes incorrectes dels alumnes. No obstant això, els resultats van demostrar que **la retroalimentació després dels tests millorava les respostes correctes amb baixa confiança** dels alumnes. També es va poder comprovar que els **beneficis de la pràctica del record** eren **significatius** quan es donava una **retroalimentació immediata**.

2.3 La importància de les proves de record en l'aprenentatge: quan i com introduir-les en la classe

2.2.1 Nivell dels alumnes per a dur a terme la pràctica del record

Per obtenir el màxim benefici de la pràctica del record, els alumnes han de ser capaços de recuperar amb èxit certa quantitat d'informació durant les activitats de record. Segons Kornell, fins i tot els alumnes que intenten "endevinar" la resposta tot i no saber-la, poden obtenir millores en el seu aprenentatge (Kornell, Hays, & Bjork,

2009). No obstant, no s'ha de permetre que els alumnes intentin sempre endevinar les respostes sense arribar a saber mai res.

Un estudi realitzat amb una població d'alumnes de primària d'entre 9 i 10 anys va demostrar que l'èxit durant les activitats de recuperació de la informació és crucial per a la consolidació dels coneixements (Karpicke, Blunt, Smith, & Karpicke, 2014). En aquest estudi, els estudiants van participar en una tasca de lectura, la qual va ser repetida oralment per l'investigador. Posteriorment, se'ls va requerir que recordessin el contingut de la lectura mitjançant l'escriptura en blanc dels aspectes més importants. Els resultats van revelar una pobre eficàcia en la tasca de recuperació, ja que els participants només van ser capaços d'escriure el 9% de la informació continguda en la lectura. Així mateix, es va constatar que alguns nens van experimentar una incapacitat total per a evocar el contingut estès en la lectura.

No és sorprenent que aquests mateixos nens obtinguessin resultats molt baixos en un test que se'ls va passar quatre dies després. Sorprenentment i en contradicció amb el que normalment es descriu en els experiments sobre la pràctica del record, es va observar que els nens que havien participat en el grup en el qual l'investigador els llegia el text repetidament, recordaven una mica millor el text. D'això, els investigadors en van extreure que els alumnes necessitaven una "guia" per a recuperar la informació (Karpicke et al., 2014).

En un estudi complementari, es van proporcionar als estudiants "mapes de preguntes" per ajudar-los en el procés de record. Aquests mapes consistien en una estructura visual amb el tema central i les preguntes clau que els guien en la seva tasca. Per exemple, en un tema sobre les núvols, una pregunta clau seria "descriu els cúmuls (forma i color)". Quan els estudiants van ser capaços de completar el mapa amb l'ajuda del text original davant d'ells, van tenir més èxit a l'hora de recuperar la informació sense poder mirar el text. Aquesta tècnica va conduir a una millor puntuació en un test posterior en comparació amb el grup de control (Karpicke et al., 2014).

No obstant, això no només succeeix en estudiants nens i adults. També s'ha comprovat en alumnes universitaris que, si no són capaços d'encertar les seves respostes durant les pràctiques de record, no es experimentaran els seus beneficis (Kang, McDermott, & Roediger, 2007). Per tant, **és essencial que tots els alumnes, independentment de la seva edat, aconseguixin un nivell adequat de coneixement sobre el tema abans de sotmetre's a proves de recuperació.**

2.2.2 Temporització i freqüència per introduir proves la pràctica del record

Si bé la majoria d'estudis sobre la introducció de testos a l'aula se centren en qüestionaris donats als alumnes en acabar la classe (Lyle & Crawford, 2011), hi ha estudis recents que suggereixen que intercalar les proves de record durant l'aprenentatge pot ajudar a reduir la interferència i millorar la retenció de la informació (Szpunar, McDermott, & Roediger, 2008). Espaiar l'aprenentatge sol ser una bona estratègia (Ruiz, 2021).

En els estudis anteriors es va demostrar que hi havia un major nivell de record immediat en aquells alumnes que havien practicat el record durant la sessió. No obstant, en una sèrie de tres estudis realitzats en laboratori, online i en una classe real, es va observar que no hi havia diferències en l'aprenentatge a llarg termini entre aquells alumnes que feien qüestionaris durant les classes o al final de les mateixes (Weinstein, Nunes, & Karpicke, 2016). És important destacar que els alumnes que no van practicar qüestionaris van tenir pitjors resultats en l'aprenentatge a llarg termini. Per tant, **el missatge important és que les proves de record són efectives si s'ofereixen oportunitats per practicar-les, independentment del moment de la lliçó en què es realitzin.**

I pel que fa a la **freqüència** amb la que hem d'introduir les pràctiques del record? La saviesa popular ens diria que a més pràctica, més aprenentatge. Però, més sempre és millor? Sabem que la pràctica de recuperació és clau per a un aprenentatge exitós. Igual que en un entrenament físic, la pràctica de recuperació exercita els "músculs de la memòria" i reforça l'aprenentatge. Així doncs, més pràctica de recuperació, igual que més exercici, hauria de conduir a millors resultats, oi? Si un alumne vol obtenir una puntuació més alta en el seu proper examen d'anglès, hauria de dedicar més temps a practicar la recuperació del seu vocabulari i les regles de gramàtica. No obstant això, la investigació revela que la clau per a un bon aprenentatge a través de la recuperació **no és tant el temps total dedicat a la evocació**, sinó la manera en què aquest temps es distribueix. "**Pràctica espaiada**" és una tècnica que **pot millorar dràsticament l'aprenentatge sense canviar la quantitat de temps dedicat a l'estudi** (Carpenter et al., 2012). Aquesta tècnica, suportada per centenars d'estudis i més d'un segle de recerca, és senzilla i fàcil d'implementar, funciona per a qualsevol tipus d'aprenentatge i produeix resultats duradors. Simplement, **espaiar les "pràctiques del record"** al llarg de diversos dies porta a un **rendiment molt més elevat** que estudiar la mateixa quantitat d'informació en una sola sessió (Carpenter & Agarwal, n.d.).

2.4 La pràctica del record no només millora l'aprenentatge factual

La pràctica del record no es limita a millorar únicament els aprenentatges factuais (fets i dades). Lògicament, si el que practiquem és l'evocació de coneixements d'aquest tipus -com són les capitals dels països d'Europa o quines són les parts d'una cèl·lula-, millorarem aquests aprenentatges, però la pràctica de l'evocació pot anar molt més enllà (Ruiz, 2021).

Recordar o evocar el que hem après engloba una àmplia varietat de pràctiques, que poden anar des de recitar un poema fins a intentar utilitzar un nou concepte o idea per a resoldre un problema en un nou context. En aquest sentit, **la pràctica del record pot promoure l'aprenentatge amb comprensió i la capacitat de transferència, és a dir, la capacitat d'utilitzar el que hem après en una situació nova.** Així doncs és important assenyalar que la pràctica del record pot ajudar tant en l'aprenentatge de dades i fets com en aprenentatges més significatius i a la transferència (Carpenter, 2012; Roediger & Butler, 2011; Smith, Blunt, Whiffen, & Karpicke, 2016). Això és així perquè quan els alumnes han de recordar el que han après explicant-ho amb les seves pròpies paraules o utilitzant-ho per a resoldre problemes, es veuen obligats a donar-li estructura

i sentit, la qual cosa comporta connectar-ho amb altres coneixements. En cada acte d'evocació d'aquest tipus es produeix una nova oportunitat per a integrar el que hem après en els nostres esquemes de coneixements significatius (Ruiz, 2021). Per tant, **la pràctica del record té un valor bastant significatiu en termes de disseny didàctic, i la investigació de camp en contextos reals d'aules confirma que utilitzar aquesta tècnica millora l'aprenentatge en múltiples contextos**, demostrant beneficis tant en estudiants adults com en nens i adolescents (Mayer et al., 2009; McDermott, Agarwal, D'Antonio, Roediger, & McDaniel, 2014).

Amb la pràctica del record sembla que l'aprenentatge costi i suposi un repte. Recuperar i evocar la informació requereix un cert esforç mental i podem arribar a pensar que ho estem fent malament si no recordem alguna cosa. Pot semblar que progressem molt lentament, però és en aquest moment quan el nostre millor aprenentatge està succeint. **Com més difícil sigui recuperar aquest coneixement, millor s'acabarà fixant a llarg termini** (Roediger, Agarwal, McDaniel, & McDermott, 2011). Per exemple, esforçar-se per recordar una resposta a una pregunta d'una assignatura aconsegueix més aprenentatge que simplement mirar-la al llibre.

2.5 La pràctica del record i la taxonomia de Bloom

La pràctica del record és àmpliament reconeguda com una eina útil per a l'aprenentatge de dades i conceptes. A través de la pràctica repetida i la recuperació de la informació emmagatzemada, els estudiants poden consolidar els seus coneixements i millorar la seva retenció a llarg termini (McDermott et al., 2014). Aquesta tècnica pot ajudar a reforçar la memòria i facilitar el record en situacions acadèmiques. Però és la pràctica del record útil per a l'adquisició de habilitats d'ordre superior com l'aplicació dels coneixements adquirits o el desenvolupament del pensament crític?

Mentre que l'aprenentatge del tipus reproductiu només permet recordar el que va ser après prèviament, l'aprenentatge amb comprensió fa possible utilitzar-lo en altres situacions. Podríem dir que el primer genera un coneixement que mira al passat, mentre que el segon l'enfoca cap al futur. Per exemple, el primer ens permet descriure el que és un ecosistema i el segon ens permet proposar una explicació sobre les conseqüències que tindria per un ecosistema concret la desaparició d'una determinada espècie (Ruiz, 2021). En definitiva, l'aprenentatge amb comprensió o aprenentatge significatiu, permet dur a terme tota una sèrie d'activitats cognitives que van més enllà de la mera evocació literal del que hem après.

Un estudi publicat per Pooja Agarwal (2019) (Agarwal, 2019), va voler comprovar si aquesta tècnica podia servir per a alguna cosa més que la memorització i la retenció d'informació. L'estudi es basa en les idees que estableix la taxonomia de Bloom (1956) (Bloom, Engelhart, Furst, Hill, & Krathwohl, 1956). La Taxonomia de Bloom original, publicada el 1956, va ser un marc conceptual per classificar els objectius educatius i les activitats d'aprenentatge en diferents nivells d'abstracció i complexitat. La taxonomia està organitzada en una jerarquia de sis nivells, que van des de la memorització de dades (coneixement) fins a la capacitat de avaluar la informació, fer judicis basats en criteris establerts i crear noves idees basades en la seva comprensió de la informació (avaluació). Els nivells de la taxonomia són: coneixement, comprensió, aplicació, anàlisi,

síntesi i avaluació. Aquesta versió va ser revisada el 2000 per Anderson i Krathwohl (Anderson & Krathwohl, 2001), amb canvis significatius com l'eliminació de la jerarquia lineal dels nivells de la taxonomia i el intercanvi en els nivell superiors, "avaluar" passa a segon lloc i "crear" al cim de la piràmide .

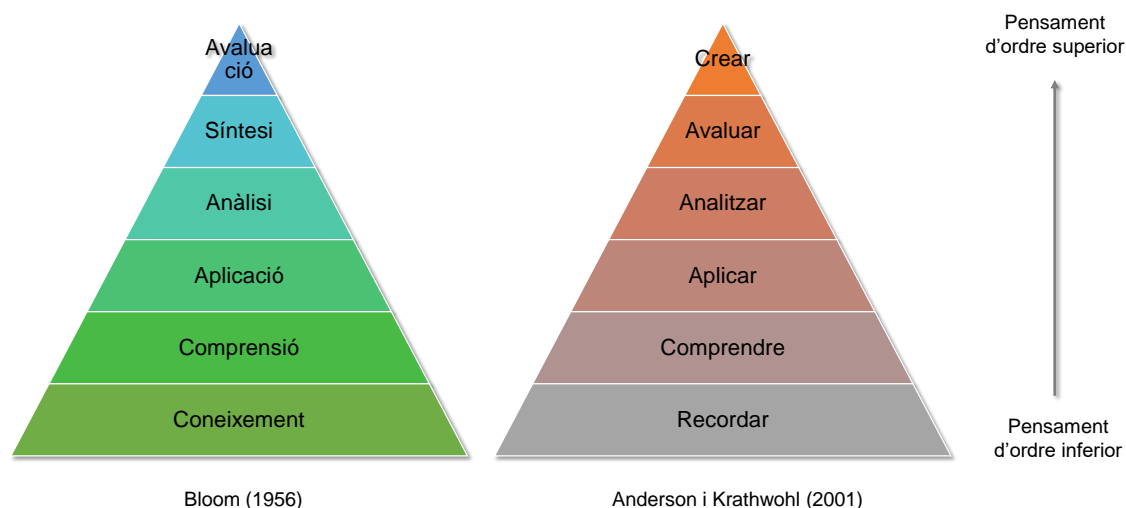


Figura 3. Taxonomia de Bloom (1956) i revisió d'Anderson i Krathwohl (2001). Elaboració pròpia.

En aquest sentit, l'autora de l'estudi volia comprovar si de fet, aquesta premissa de Bloom es complia i quin paper hi jugava la pràctica del record en tot això.

En un primer moment de l'estudi, es va comprovar l'efecte de les proves tipus test amb preguntes de nivell inferior o superior en un examen final, utilitzant materials de laboratori (Agarwal, 2019). Els participants van llegir fragments de textos que defensaven diferents postures sobre un tema controvertit i després se'ls va permetre estudiar els textos de nou i respondre un petit qüestionari sobre el que havien llegit. Aquestes preguntes podien contenir preguntes de nivell inferior (recordar dades del text) o superior (aplicar la informació).

Preguntes d'ordre inferior (recordar dades del text) (Agarwal, 2019, p. 18):

For fact questions, broad ideas stated in the passages were tested in order to measure subjects' overall understanding of the content. For example, a fact question from the "Does welfare do more harm than good?" passage included:

Which is the primary reason the "yes" author is against welfare programs?

- 1) Welfare programs don't benefit recipients or taxpayers
- 2) Welfare programs create dependence for recipients
- 3) Welfare programs are too expensive for taxpayers
- 4) Welfare programs are not the government's responsibility

Preguntes d'ordre superior (aplica la informació) (Agarwal, 2019, p. 18-19):

Higher order questions were developed in accordance with the *apply*, *analyze*, *evaluate*, and *create* categories of Anderson et al.'s (2001) revised Bloom's taxonomy (see Figure 1). For *apply* questions, subjects were asked about a new situation or problem that was related to a broad idea that was stated in the passage. For example, an *apply* question from the welfare passage included:

What type of society would the "yes" author expect if there were no welfare programs in the future?

- 1) A society in which all individuals are self-reliant and independent
- 2) A society in which there would be no role for the government
- 3) A society in which no one would be required to pay taxes
- 4) A society in which all individuals are treated equally

The correct answer for this *apply* question is alternative #1 and it could be inferred from the passage, but it was not stated explicitly.

Després de dos dies, els participants van realitzar un test similar però amb preguntes reformulades. **Els resultats van mostrar que la pràctica del record de dades no millora l'aprenentatge en tasques d'ordre superior, sinó que el que realment reforça l'aprenentatge és la pràctica en si mateixa, ja sigui la memorització d'informació o l'aplicació d'aquesta informació.** En un segon experiment, es va comparar la puntuació de l'examen final depenent del tipus de preguntes que els participants havien practicat, mostrant que estudiar amb preguntes de memorització millora el resultat en proves de memorització i estudiar amb preguntes d'aplicació millora el resultat en preguntes d'aplicació. A més, aquells que van practicar amb dos exàmens van obtenir millors resultats que aquells que van practicar només una vegada. Finalment, es va comprovar que la combinació de tots dos tipus de preguntes és efectiva per millorar l'aprenentatge en tasques d'ordre superior en un context real de l'aula.

En aquest estudi es conclou que per aconseguir que els alumnes siguin capaços de processar informació i utilitzar-la en tasques d'ordre superior, com ara aplicar, analitzar i crear, s'han de fomentar aquestes habilitats dins de l'aula. Així doncs, per aconseguir que els alumnes siguin capaços de resoldre tasques d'ordre superior, cal que se'ls plantegin activitats que els obliguin a processar informació a diferents nivells.

Com a conseqüència, és recomanable no concebre el procés d'ensenyament com un model rígid i jerarquitzat en el que és necessari dominar cada nivell de processament abans d'avançar en el següent, sinó que **es suggereix un enfocament més flexible i dinàmic, on la combinació de diferents habilitats i la integració de tasques de diversos nivells de la taxonomia de Bloom permetin obtenir millors resultats.** En aquest sentit, s'emfatitza la importància de fomentar els processaments d'ordre superior com l'aplicació, l'anàlisi i la creació dins l'aula, sense evitar el seu plantejament pel temor a la falta de coneixements previs dels estudiants. Així ens

assegurarem que els alumnes siguin capaços de processar i manegar informació a cada nivell de la taxonomia.

Hi ha diversos estudis que han demostrat que la pràctica del record no només ajuda a la memorització, sinó que també pot millorar la comprensió dels conceptes i el seu ús flexible. McDaniel i col·legues proposen utilitzar una varietat de tipus de preguntes o qüestions, per exemple basades en fets, preguntes conceptuals complexes o d'ordre superior, etc. per assegurar-te que els alumnes no només memoritzen, sinó que utilitzen aquesta informació de forma flexible (McDaniel, Thomas, Agarwal, Mcdermott, & Roediger, 2013). Roediger i Butler (Roediger & Butler, 2011) també identifiquen que la pràctica del record millora la retenció i la comprensió dels conceptes, i que aquest efecte és més gran en els estudiants que han après a connectar les idees i les relacions entre elles. Altres estudis també han demostrat que **la pràctica del record pot ajudar a millorar la comprensió de la llengua i la resolució de problemes en diferents àmbits, com la ciència i les matemàtiques** (Agarwal, Bain, & Chamberlain, 2012c).

Per una major simplificació, en 2005 Webb va crear el sistema de profunditat de coneixements (Webb, 2002) que es compon de 4 nivells de profunditat, o "Deep of Knowledge" (DOK1, DOK2, DOK3 i DOK4). Els quals son:

- 1) DOK1 - coneixements adquirits. Implica el record i la reproducció. Recordar fets o definir un procediment.
- 2) DOK 2 - aplicació del coneixement. Són habilitats i conceptes. Els alumnes utilitzen els conceptes apresos per respondre preguntes.
- 3) DOK3 – anàlisi. Implica el pensament estratègic. La complexitat augmenta aquí i implica planificació, justificació i raonament complex. Explica com es poden utilitzar conceptes i procediments per obtenir resultats.
- 4) DOK4 – augment. És el pensament estès, això què requereix anar més enllà de l'aprenentatge estàndard i preguntar-se com es pot utilitzar l'aprenentatge en contextos del món real.

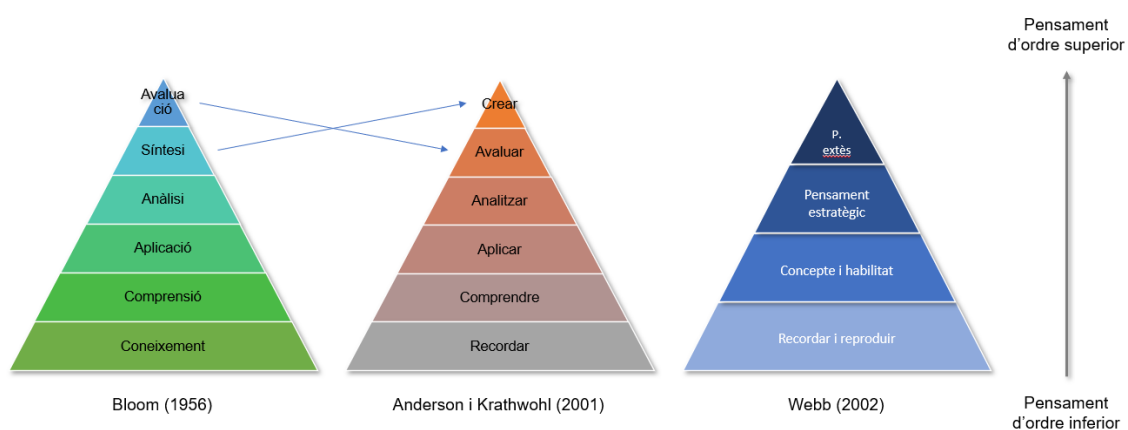


Figura 4. Adaptat de Taxonomia de Bloom (1956) i revisió d'Anderson i Krathwohl (2001) comparades amb els nivells de profunditat de coneixement de Webb (2002). Elaboració pròpia.

2.6 Habilitats cognitives necessàries per les assignatures STEM

Per respondre correctament a les preguntes d'una prova cognitiva, els alumnes han de posar en pràctica diferents habilitats cognitives que es defineixen en tres dominis: **coneixement, aplicació i raonament**, seguint Webb (2002):

- El primer domini, **coneixement**, es relaciona amb les dimensions cognitives de recordar i comprendre informació, que es troba als nivells més baixos de la taxonomia de Bloom. Aquest primer domini fa referència al record i reproducció d'informació com ara, un fet, definició, terme o un procediment senzill, així com realitzar un problema senzill o aplicar una fórmula. És a dir, en matemàtiques s'hauria d'incloure en aquest nivell més baix un procediment algorítmic d'un sol pas, ben definit i directe.
- El segon domini, **aplicació**, fa referència a les dimensions cognitives d'aplicar i analitzar informació, que es troben en els nivells següents de la taxonomia de Bloom. Aquest segon domini, inclou la implicació d'algun processament mental més enllà d'una resposta automàtica. Una pregunta del domini d'aplicació, requereix que els estudiants prenguin algunes decisions sobre com abordar el problema o l'activitat, mentre que el domini del coneixement requereix que els estudiants demostrin una resposta de memòria, realitzin un algorisme conegut, segueixin un procediment establert (com una recepta) o realitzar una sèrie de passos clarament definida.
- El tercer domini, **raonament**, es relaciona amb els nivells superiors de la taxonomia de Bloom, com ara la síntesi i l'avaluació, ja que requereix raonament, planificació, ús d'evidències i un nivell de pensament complex. En la majoria dels casos, exigir als estudiants que expliquin el seu pensament és un tercer domini. Les activitats que requereixen que els estudiants facin conjectures també es troben en aquest nivell. Les demandes cognitives del domini del raonament són complexes i abstractes.

Aquesta classificació de dominis cognitius és aplicable a totes les assignatures STEM (ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques), ja que aquests dominis són fonamentals per a l'aprenentatge efectiu de les matèries relacionades amb aquestes àrees. Per exemple, a la ciència i tecnologia, els alumnes necessiten conèixer els fets i les teories bàsiques (domini de coneixement), aplicar aquest coneixement per a resoldre problemes i dissenyar experiments (domini d'aplicació) i també utilitzar el raonament per a comprendre situacions complexes i desconegudes (domini de raonament).

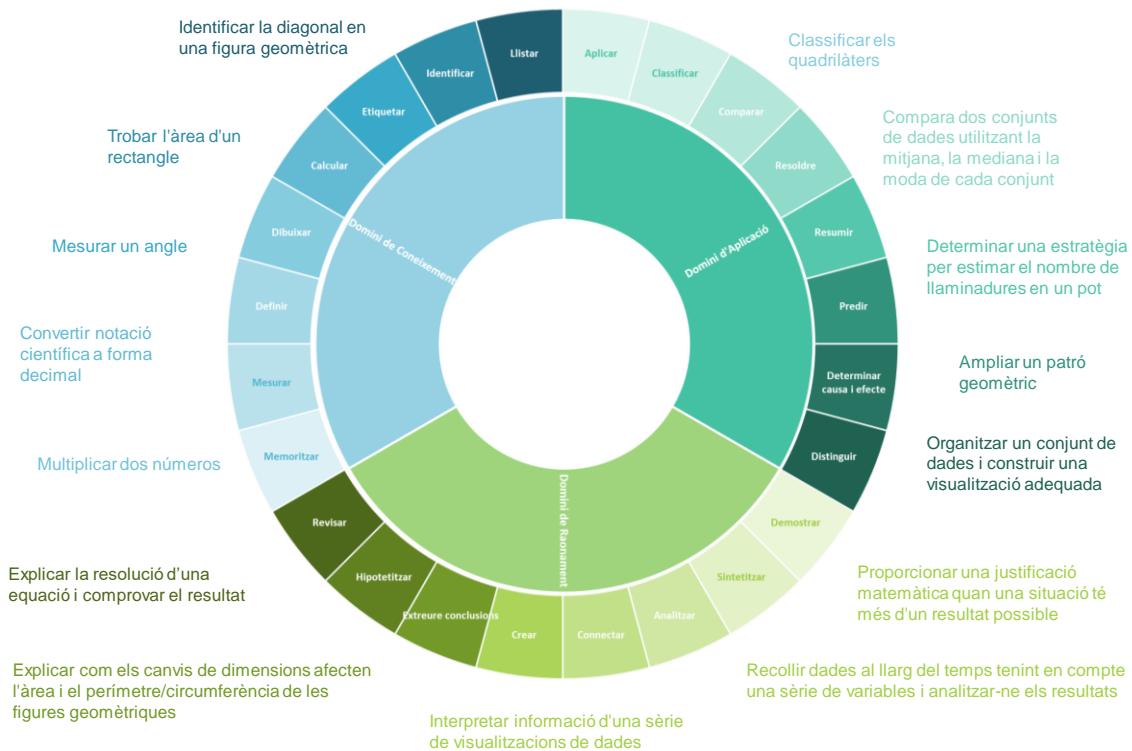
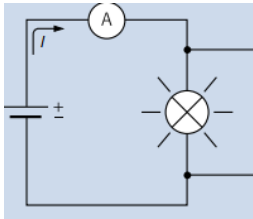
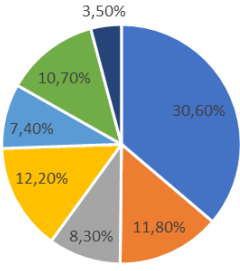


Figura 5. Exemple de nivells de coneixement a matemàtiques seguint Webb (2002). Elaboració pròpia adaptat de Webb (2002).

Per una major comprensió, a tall d'exemple, a les taules 4 i 5 s'exposaran una pregunta exemple de les assignatures de Tecnologia i Matemàtiques dels tres dominis definits, seguint Webb (2002). Es pot observar com a l'exemple de tecnologia, tenim en un primer nivell del coneixement una aplicació simple de la llei d'Ohm, al següent domini ja es demana un càlcul combinat i per últim al tercer nivell hem d'extreure informació d'un gràfic i d'una taula, entendre el consum energètic i entendre quant estalviem a la factura durant un mes per un canvi d'electrodomèstic. Com es pot observar, un coneixement molt més assentat i transversal.

Taula 4. Exemples dels tres dominis per a Tecnologia de 2n d'ESO. Elaboració pròpia.

Tecnologia												
Domini Coneixement	Domini Aplicació	Domini Raonament										
<p>En el circuit de la figura, l'amperímetre marca 0,5 A i el voltímetre, 4,5 V. Volem determinar la resistència elèctrica de la bombeta:</p> 	<p>Una planxa elèctrica té la inscripció següent: 220 V - 1000 W. Quina quantitat d'energia desprèn en mitja hora de funcionament? Explica com arribes al resultat.</p>	<p>A casa teva, tens la següent distribució de consums amb els electrodomèstics:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nevera ■ Rentadora ■ Forn ■ Televisió ■ Ordinadors ■ Standby ■ resta  <p>La vostra factura elèctrica del mes passat s'ha distribuït així:</p> <table border="1"> <tr> <td>Por potència contractada</td> <td>17,36 €</td> </tr> <tr> <td>Por energia consumida</td> <td>44,23 €</td> </tr> <tr> <td>Impost electricitat</td> <td>3,15 €</td> </tr> <tr> <td>Lloguer d'equips de mesura</td> <td>0,75 €</td> </tr> <tr> <td>IVA (21%)</td> <td>13,75€</td> </tr> </table> <p>Ara, se us ha trencat la rentadora que era de classe E i en compreu una de classe B. Un expert t'ha explicat que aproximadament el consum d'una rentadora classe B passarà a ser de la meitat respecte al que tenia la classe E. Quin serà el vostre estalvi el mes proper?</p>	Por potència contractada	17,36 €	Por energia consumida	44,23 €	Impost electricitat	3,15 €	Lloguer d'equips de mesura	0,75 €	IVA (21%)	13,75€
Por potència contractada	17,36 €											
Por energia consumida	44,23 €											
Impost electricitat	3,15 €											
Lloguer d'equips de mesura	0,75 €											
IVA (21%)	13,75€											

Taula 5. Exemples dels tres dominis per a Matemàtiques de 2n d'ESO. Elaboració pròpia.

Matemàtiques		
Domini Coneixement	Domini Aplicació	Domini Raonament
<p>La mida d'una habitació i el temps que es triga en netejar, són magnituds _____ proporcionals.</p>	<p>Si a una acadèmia estan apuntats 45 alumnes a francès i sé que representen el 15% del total d'alumnes a l'acadèmia. Quants alumnes hi ha en total?</p>	<p>Ets l'organitzador d'una carrera de ciclisme que tindrà una distància total de 120 km. Vols que la carrera es completi en menys de 4 hores, i saps que el primer terç de la carrera es completa en el mateix temps que els dos terços de després. Fes una taula amb tres possibles resultats de ciclistes amb les proporcions de temps i distància per cada terç de la carrera, així com les possibles velocitats dels ciclistes.</p>

3 Objectius el treball i justificació

3.1 Hipòtesi

Com s'ha vist al marc teòric, hi ha evidència científica per a plantejar la pràctica del record com una eina útil per abordar la dificultat que tenen els alumnes en les assignatures STEM, ja que pot ajudar als alumnes a **consolidar, comprendre i aplicar els coneixements adquirits a llarg termini**, fent que la seva aplicació sigui més senzilla i efectiva en cursos successius. A més a més, la pràctica del record també pot afavorir la **metacognició** i a ajudar als alumnes a desenvolupar la seva **confiança en les seves habilitats matemàtiques**, el que pot contribuir a fomentar **emocions positives cap a les matemàtiques i millorar el seu rendiment en aquesta assignatura**. Això pot ajudar a disminuir la frustració i la desmotivació dels alumnes i, per tant, **millorar els seus resultats acadèmics**.

3.2 Objectiu general

L'objectiu principal d'aquest treball és analitzar si la utilització de la pràctica del record a l'aula és un mètode d'aprenentatge adequat per a **fomentar una millor comprensió de la matèria, millorar la retenció de coneixements i promoure un aprenentatge significatiu**.

3.3 Objectius específics

1. Estudiar si la pràctica del record facilita l'adquisició d'un aprenentatge significatiu.
2. Avaluar empíricament si la pràctica del record fomenta la retenció de coneixements a llarg termini.
3. Determinar experimentalment si la pràctica del record afavoreix la metacognició.

3.4 Treball de camp

Per a donar resposta als objectius plantejats, en aquest estudi s'han utilitzat una varietat de proves per avaluar l'impacte de la pràctica del record en l'aprenentatge de les matemàtiques. Les proves van ser realitzades en un conjunt anomenat "Matelliga" durant el segon trimestre del curs 2022-23. S'han realitzat un total de vuit proves utilitzant diverses plataformes com ara Quizizz, Kahoots i Socrative per implementar la pràctica del record de manera integrada en les classes de matemàtiques [veure "Disseny i metodologia de la investigació"]

3.5 Justificació de les raons que han portat a escollir-lo

La pràctica del record és una eina clau en el procés d'aprenentatge i, per tant, és un tema d'interès per a qualsevol estudiant o docent. Aquesta pràctica no només ajuda a retenir informació a curt termini, sinó que també pot tenir un impacte positiu en la consolidació de coneixements a llarg termini. A més, la pràctica del record pot ser

aplicada a una àmplia gamma d'àrees d'estudi, ja que és una habilitat que es pot desenvolupar en assignatures tan diverses com les matemàtiques, les ciències, la tecnologia o les humanitats.

L'elecció de la pràctica del record com a tema d'investigació sorgeix de la necessitat d'abordar una problemàtica comú en l'àmbit educatiu, específicament en el que respecte a l'aprenentatge amb comprensió o significatiu a llarg termini. A més, existeix una creixent preocupació a la comunitat educativa sobre la necessitat de promoure estratègies d'aprenentatge efectives i duradores, i la pràctica del record, ben aplicada, es presenta com una opció molt rellevant en aquest sentit.

En quant a les oportunitats i problemàtiques que es pretenen abordar amb aquesta investigació, es busca comprendre en major profunditat com es pot aplicar la pràctica del record en estudiants amb diferents nivells d'assoliment, així com identificar els obstacles que poden sorgir en la seva implementació i les possibles solucions a aquests.

4 Disseny i metodologia de la investigació

4.1 Context

El treball es va dur a terme amb 42 estudiants de dues classes de matemàtiques del mateix nivell educatiu, 2n d'ESO, amb edats compreses entre 13 i 14 anys. Per la mida de la mostra es tracta doncs d'un estudi pilot, de manera que els resultats tindran una validesa estadística limitada (Cohen, Manion, & Morrison, 2017).

Taula 6. Mostra de l'estudi experimental i les diferents classificacions estudiades.

	2n A	2n B
Total d'alumnes	31	31
Supera	6	6
Absentistes	4	2
Bloc inclusiu	2	1
Total 100% avaluable	19	22
Noies	13	12
Nivell 1	5	4
Nivell 2	3	5
Nivell 3	5	3
Nois	6	10
Nivell 1	4	3
Nivell 2	1	3
Nivell 3	1	4
Nivell 1 total	9	7
Nivell 2 total	4	8
Nivell 3 total	6	7

Els continguts compresos en aquest període (segon trimestre) pertanyen a les àrees de:

- Unitat 4: Llenguatge algebraic. Equacions de primer grau.
 - o Monomis, polinomis només suma i resta. Distributiva i doble distributiva (no identitats notables). Equacions amb parèntesis i denominadors casos senzills.
- Unitat 5: Estadística i probabilitat
 - o Tipus de variables. Mostra, població i individu. Mitjana, mediana i moda. Gràfic de barres, línies i sectors.
- Unitat 6: Proporcionalitat
 - o Directa, inversa. Augment i disminució percentual. No regles de tres.
- Unitat 7: Semblança en el pla
 - o Tales. Escales. Relació de semblança en perímetres i àrees de figures treballades a primer. Treballar molt bé la semblança de triangles.

Els alumnes de la mostra d'estudi es classifiquen en 3 nivells segons les seves notes al primer trimestre.

- Nivell 1: Alumnes amb adaptació o alumnes que havien tret un NA (No Assolit).
- Nivell 2: Alumnes amb AS o AN baix.
- Nivell 3: Alumnes amb AN alt o AE.

4.2 Metodologia i planificació

Al primer trimestre no s'ha portat a terme la pràctica del record.

A partir del segon trimestre es comença a utilitzar aquesta pràctica d'una manera ludificada amb el nom de "Matelliga". Les sessions de pràctica del record es van integrar a les lliçons regulars de **matemàtiques** i es van utilitzar diverses plataformes per a implementar diverses estratègies. Els passos que es van seguir per a dur a terme:

1. Disseny de les preguntes dels tests setmanals per avaluar les competències matemàtiques dels alumnes. Es van desenvolupar preguntes dels tres nivells de profunditat del coneixement per poder estudiar si la pràctica del record facilita l'adquisició d'un aprenentatge significatiu.
2. Introducció de la pràctica del record en el grup experimental a través de:
 1. A l'inici de cada sessió fent una recapitulació dels continguts per així fer la connexió.
 2. Al final de cada sessió per consolidar l'aprenentatge i focalitzar en allò que és important.
 3. La realització dels tests setmanals amb format Kahoot!, Quizizz, Socrative, i en paper ("Matelliga").
3. Recopilació de dades després de cada test setmanal per a cada grup, per tal de comparar el rendiment entre els dos grups.
4. Després de les sessions de pràctica del record, els alumnes van fer una prova de retenció de coneixements. Aquest procés es va repetir a la fi del curs, per mesurar la retenció a llarg termini. Els alumnes també van respondre a un qüestionari per avaluar la seva comprensió de la matèria, la metacognició i l'actitud cap a les matemàtiques.

Calendarització de les sessions de la "Matelliga" :

- 13 de gener: Test 1
- 20 de gener: Test 2
- 27 de gener: No hi ha test -> examen
- 3 de febrer: Test 3
- 10 de febrer: Test 4
- 17 de febrer: No hi ha classe (vacances de Carnestoltes)
- 24 de febrer: Test 5
- 3 de març: Test 6
- 10 de març: Test 7
- 17 de març: No hi ha test -> examen
- 24 de març: Test 8
- 31 de març: No hi ha classe (vacances de Setmana Santa)

4.3 Eines utilitzades en la investigació

En aquesta investigació, s'han utilitzat diferents **tipus de tests** per avaluar l'impacte de la pràctica del record en l'aprenentatge de les matemàtiques en un conjunt de proves anomenades "**Matelliga**" que s'han dut a terme durant el segon trimestre del curs 2022-23. Addicionalment, s'han fet servir diferent tipus d'agrupacions d'alumnes per evitar agafar rols si sempre són els mateixos equips i per evitar sentiment de frustració si sempre són individuals. Els tipus d'agrupacions han sigut: individual, parelles homogènies i grups de 3 o 4 heterogenis.

A cada test setmanal, els alumnes van respondre preguntes de diferents nivells de dificultat i la seva puntuació s'ha anat acumulant a mesura que avançava la temporada. Sempre donant més pes a fer la pregunta bé que a anar ràpid o a les diferents maneres de puntuar que tenen aquestes plataformes. Els tests setmanals realitzats amb diferents metodologies han permès avaluar el nivell de comprensió i retenció dels conceptes matemàtics pels alumnes. A més, la lliga ha estat una oportunitat per als alumnes de competir de manera saludable i demostrar les seves habilitats matemàtiques.

Així, s'ha volgut comprovar si aquesta metodologia té un impacte positiu en l'aprenentatge dels alumnes i si pot ser una eina útil per millorar la comprensió i retenció dels conceptes matemàtics.

També cal destacar que els tests realitzats amb les diferents metodologies han estat estructurats en funció del **nivell de dificultat** de les preguntes, les quals s'han dividit en qüestions dels tres dominis (coneixement, aplicació i raonament) per poder avaluar la comprensió dels alumnes en diferents nivells de complexitat matemàtica i cognitiva. Així doncs, en el posterior anàlisi dels resultats, es tindrà en compte aquesta classificació per tal de poder identificar i analitzar si els alumnes han pogut arribar al nivell més alt de comprensió.

S'han utilitzat diferents plataformes de tipus "Student Response" per a dur a terme els tests: Kahoot!, Quizizz, Socrative i tests en paper. Tant Kahoot! com Quizizz es van utilitzar com a plataformes d'aprenentatge que permeten als alumnes participar activament en la competició en temps real o en privat la qual cosa a vegades els hi fa respondre millor, ja que senten menys pressió. Això pot ser útil per aquells alumnes que tenen una motivació extra per participar en jocs (Hernández-Fernández, 2020). Socrative, Quizizz i Kahoot són plataformes d'aprenentatge en línia més centrades en l'avaluació formativa, proporcionant als alumnes retroalimentació i informació en temps real sobre el seu aprenentatge, mentre que el test en paper queda com a mètode tradicional, a mode de control per valorar si és o no rellevant la manera de rebre el feedback (ludificat o no).

4.4 Disseny

Per estudiar si la pràctica del record facilita l'adquisició d'un aprenentatge significatiu [objectiu 1] es van dissenyar preguntes corresponents als 3 nivells de profunditat.

A les figures “

Figura 6, Figura 7 i Figura 8” es mostren exemples dels diferents dominis fets amb Kahoot! i Quizizz portats a terme a la “Matelliga”.

- **Domini Coneixement:**

Quins tipus de variables son?

Altura
Kilogramos de masa
Distancia recorrida
Precio

Quantitatives normals Quantitatives discretes

Qualitatives Quantitatives contínues

5/34 Rellena el hueco Vista de participantes

El número de treballadors que fan una paret i el temps que trigarán per fer-lo, són magnituds _____ proporcionals.

Escribe tu respuesta...

Mostrar respuestas Next (→) Anterior Siguiente

Figura 6. Exemples de Kahoot! i Quizizz portats a terme a la “Matelliga” del primer domini o domini del coneixement.

- **Domini Aplicació:**

Resol:



116

$$\frac{x}{15} + x = \frac{2x}{5} + 10$$

▲ x = 5 ◆ x = 15

● x = 25/2 ■ x = 25/2

9/34 Rellena el hueco Vista de participantes

En una botiga han venut 40 còmics en una sola tarda, i per aquesta venda, han ingressat 100 euros. Si venen 60 còmics, ingressen ____ euros.

Escribe tu respuesta...

Mostrar respuestas Previous (←) Anterior Siguiente

Figura 7. Exemples de Kahoot! i Quizizz portats a terme a la "Matel·liga" del segon domini o domini d'Aplicació

- **Nivell Raonament:**

Problema:



117

Un padre tiene 35 años y su hijo 5.
¿Al cabo de cuántos años será la edad del padre tres veces mayor que la edad del hijo?

▲ 10 años ◆ 11 años

● 12 años ■ 13 años

28/34 Reliena el hueco Vista de participantes X

nre. de gols	freqüència
0	2
1	4
2	1
3	2
4	1

Marcos s'ha fet una taula amb els gols que ha fet i vol saber quina és la mitjana de gols per partit.
La mitjana és: ___

Escribe tu respuesta...

Mostrar respuestas Next (->) Anterior Siguiente

Figura 8. Exemples de Kahoot! i Quizizz portats a terme a la “Matelliga” del tercer domini o domini de raonament.

Per determinar si la pràctica del record fomenta la retenció de coneixements a llarg termini [**objectiu 2**] es van passar preguntes corresponents al primer trimestre (sense aplicació de la pràctica del record) i del segon trimestre (pràctica del record) a mitjans del tercer trimestre i es van comparar els resultats obtinguts.

Per a avaluar si la pràctica del record, a través de la “Matelliga”, havia influït en la metacognició dels alumnes [**objectiu 3**], al final del segon trimestre se'ls va passar un qüestionari amb les següents preguntes:

1. Què és el que més t'ha agradat de la “Matelliga”? I el que menys? [pregunta oberta]
2. Creus que la “Matelliga” t'ha ajudat a comprendre millor la matèria de matemàtiques?
 - Sí, m'ha ajudat a comprendre millor les matemàtiques perquè he practicat i repassat els conceptes i les operacions matemàtiques de forma regular.
 - Potser una mica, perquè he après alguns trucs i tècniques per resoldre els problemes matemàtics, però encara em costa una mica entendre les explicacions teòriques.
 - No ho sé ben bé, perquè no tinc clar si el meu progrés en matemàtiques és degut a la “Matelliga” o a altres factors, com ara la pràctica en classe o els deures.
 - No, no crec que la “Matelliga” m'hagi ajudat a comprendre millor les matemàtiques perquè els exercicis i les preguntes no s'assemblaven gaire als que fem a classe i em sentia una mica perdut/da.
3. Què és el que més t'ha ajudat dels tests setmanals de la “Matelliga” per comprendre i recordar millor les matemàtiques?
4. Has notat algun canvi en la teva actitud i confiança cap a les matemàtiques des que vam començar la lliga?
 - Sí, m'agraden més ara les matemàtiques.

- Crec que he millorat la meva confiança en les meves habilitats matemàtiques i m'he adonat que si li dedico temps i esforç, puc entendre i resoldre problemes que abans creia que eren massa difícils per a mi.
 - Abans em desanimava molt quan no entenia alguna cosa, però ara miro de trobar diferents maneres d'aprendre i resoldre els problemes.
 - No he notat cap canvi significatiu.
 - He tingut més dificultats amb les matemàtiques després de la "Matelliga".
5. Quan vas respondre incorrectament una pregunta en els tests setmanals, quines estratègies vas utilitzar per identificar l'error i corregir-lo en futurs tests?
6. Què creus que podríem fer per ajudar a millorar la teva actitud cap a les matemàtiques?

5 Anàlisi de resultats

Per comparar els resultats del primer i el segon trimestre, es va utilitzar un test estadístic *t-Student* aparellat que va permetre comparar les puntuacions obtingudes per als alumnes en els dos trimestres. Aquest anàlisi compara les mitjanes de dues mostres relacionades, en aquest cas, les puntuacions del mateix grup d'alumnes en dos moments diferents en el temps, concretament, el primer i el segon trimestre així avaluant si hi ha hagut un canvi significatiu en el rendiment dels alumnes al llarg del temps (Rubio-Hurtado & Berlanga-Silvente, 2012). Es va considerar una millora en l'aprenentatge si la mitjana de les puntuacions dels alumnes en el segon trimestre era significativament més alta que en el primer trimestre.

Es van comparar les mitjanes de les puntuacions per a cada tipus de test i nivell de dificultat a través de l'anàlisi de variàncies (ANOVA). Així, es van comparar les puntuacions dels alumnes en diferents tipus de preguntes i nivells de dificultat per veure si hi ha hagut una millora en les àrees específiques que es van treballar durant el segon trimestre (àlgebra II, estadística, semblança i escales). També es va realitzar un anàlisi de correlació per analitzar la relació lineal entre les notes i el número de tests i evaluar la tendència (coeficient de correlació de Pearson).

A més es van avaluar els resultats de les proves segons els nivells dels alumnes, que es van categoritzar en nivell 1 (rendiment baix), nivell 2 (rendiment intermig) i nivell 3 (rendiment alt). Per a la classificació dels alumnes es van tenir en compte el criteri del rendiment acadèmic previ (notes primer trimestre).

Els anàlisis estadístics es van dur a terme mitjançant el GraphPad Prism versió 8.0.1 per a Windows (GraphPad Software, San Diego, California, EUA).

6 Resultats i discussió

6.1 Objectiu 1. Estudiar si la pràctica del record facilita l'adquisició d'un aprenentatge significatiu.

Durant el segon trimestre de 2n d'ESO es van utilitzar diversos tests en les sessions de la pràctica del record. Les notes mitjanes obtingudes en aquests tests en els alumnes de 2n d'ESO A mostren diferències marcades segons el nivell dels estudiants (Figura 9). Aquesta diferència en les notes segons el nivell es manté consistent durant tota la pràctica del record al llarg del segon trimestre. Això significa que els alumnes amb un nivell més alt generalment han obtingut puntuacions més altes en els tests mentre que els alumnes amb un nivell més baix han obtingut notes més baixes.

Aquesta observació pot reflectir el grau de comprensió i coneixements previs dels alumnes en el temes abordats en els tests. Els estudiants amb un nivell més elevat podrien tenir una millor comprensió de la matèria i una major capacitat per recordar-la i aplicar-la en les proves. Tot i així, segons avancem en el trimestre tots es alumnes van millorant la seva actuació, el que podria relacionar-se amb la mancança de millora amb la pràctica del record quan no tenim els coneixements en un inici (Kang et al., 2007).

2A

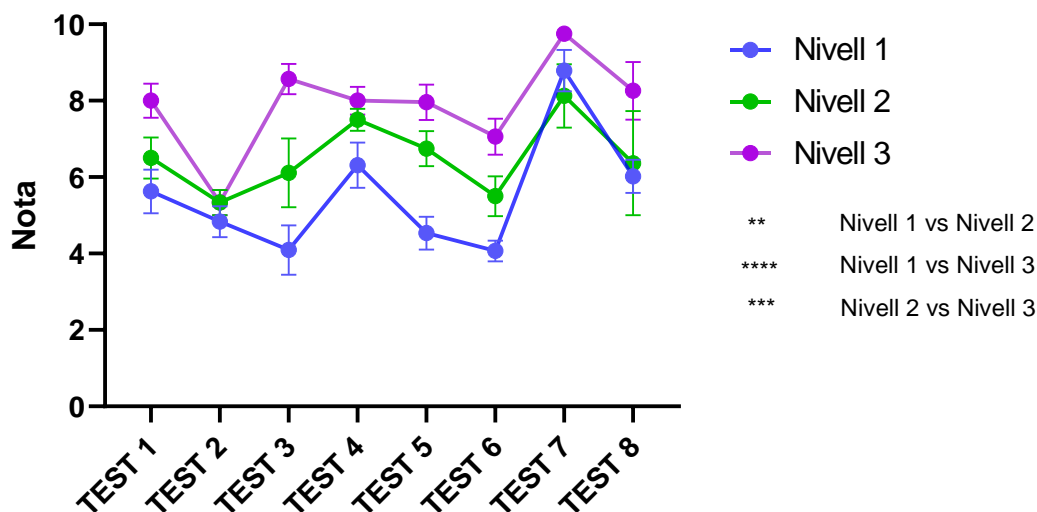


Figura 9. Mitjana \pm desviació estàndard de les notes dels alumnes de 2n d'ESO A en els diferents tests realitzats durant la pràctica del record. Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. Mostra: N = 19, Nivell 1 = 9, Nivell 2 = 4, Nivell 3 = 6. Test: ANOVA **** $p < 0.0001$; ns = no significant.

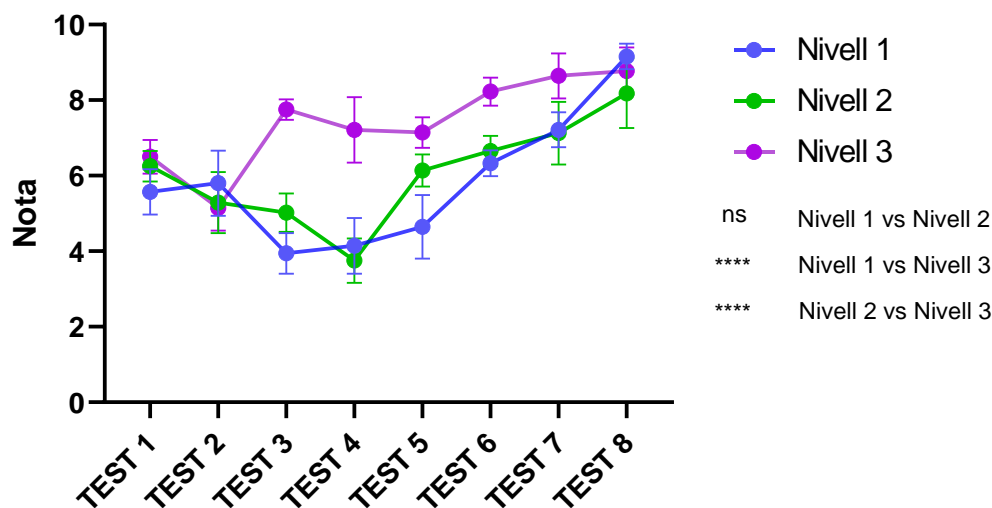


Figura 10. Mitjana \pm desviació estàndard de les notes dels alumnes de 2n d'ESO B en els diferents tests realitzats durant la pràctica del record. Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. Mostra: N = 19, Nivell 1 = 7, Nivell 2 = 8, Nivell 3 = 7. Test: ANOVA **** $p < 0.0001$; ns = no significant.

És interessant observar que a la classe de 2n d'ESO B (Figura 10), la tendència en les notes no és la mateixa que en la classe de 2n d'ESO A. En aquest cas, els alumnes dels nivells baix i intermedi (nivell 1 i 2) segueixen una pauta similar. No s'aprecien diferències significatives en la mitjana de les seves notes durant tot el període en què s'ha posat en pràctica la pràctica del record. Inicialment, van obtenir notes més

baixes en comparació amb els alumnes del nivell 3, però a mesura que avancen en els tests, les seves notes milloren fins a arribar al mateix nivell que els alumnes de nivell més alt.

Tot i la limitació de la mida de la mostra, aquesta observació pot indicar que els alumnes dels nivells baix i intermedi estan progressant i millorant el seu rendiment a mesura que guanyen confiança i adquireixen més coneixements durant les sessions de la pràctica del record. És possible que aquests alumnes hagin estat capaços de superar les seves dificultats inicials i utilitzar estratègies d'estudi més efectives a mesura que es familiaritzen amb el contingut dels tests.

És interessant destacar que, segons Kornell i altres autors (Kornell et al., 2009) és necessari que els alumnes desenvolupin una comprensió significativa del contingut i siguin capaços de recuperar amb èxit la informació durant les activitats de record per aconseguir els beneficis màxims de la pràctica del record. En aquest context, els alumnes del nivell 1 poden enfrontar dificultats per aconseguir coneixement, però, d'altra banda, mostren una resposta positiva a la pràctica del record, aconseguint resultats millors al final del procés en comparació amb l'inici. Aquesta observació demostra que fins i tot els alumnes amb un rendiment inicial més baix tenen la capacitat de progressar i millorar. Per tant, és d'importància fonamental explorar si aquests alumnes de baix rendiment milloren a mesura que guanyen confiança i adquireixen coneixement durant la pràctica del record.

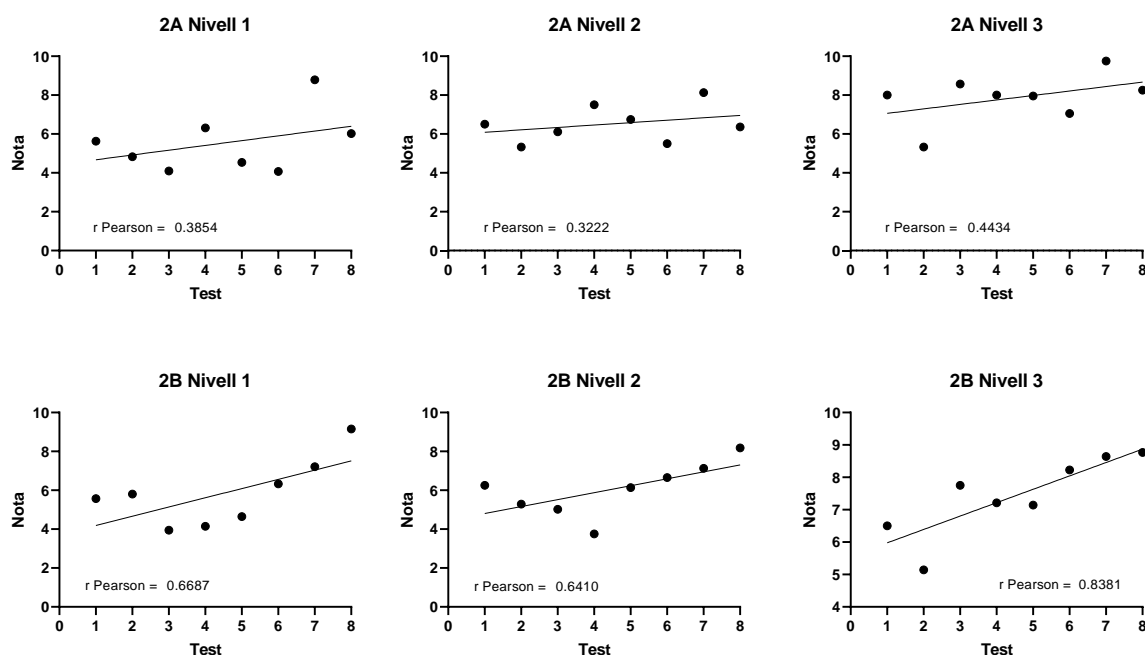


Figura 11. Correlació entre la variable "Nota" i el numero de "Tests" segons grup classe i nivell. Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. .Mostra: Noies: 13 a 2nA (5 Nivell1, 3 Nivell2 i 5 Nivell3), 10 a 2nB (4 Nivell1, 5 Nivell2 i 3 Nivell3). Nois: 6 a 2nA (4 Nivell1, 1 Nivell2 i 1 Nivell3), 10 a 2nB (3 Nivell1, 3 Nivell2 i 4 Nivell3). Test: r Pearson = coeficient de correlació de Pearson, on un valor entre 0 i 1 positiu indica correlació positiva.

Analitzant les correlacions (quantificació de com estan relacionades dues variables) observem que en el grup classe de 2n d'ESO B hi ha una relació directa entre el número de tests realitzats i la nota obtinguda, amb un coeficient de correlació de

Pearson de $r=67$ ($p=0,07$) pels alumnes de nivell 1, $r=64$ ($p=0,08$) pels alumnes de nivell 2 i $r=84$ ($p=0,009$) pels alumnes de nivell 3. Aquesta correlació, tot i que també positiva, és menys clara en els alumnes de 2n d'ESO A, amb coeficients de correlació de Pearson de $r=0,38$, $r=32$ i $r=0,44$ respectivament) (Figura 11. Correlació entre la variable "Nota" i el numero de "Tests" segons grup classe i nivell. Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. .Mostra: Noies: 13 a 2nA (5 Nivell1, 3 Nivell2 i 5 Nivell3), 10 a 2nB (4 Nivell1, 5 Nivell2 i 3 Nivell3). Nois: 6 a 2nA (4 Nivell1, 1 Nivell2 i 1 Nivell3), 10 a 2nB (3 Nivell1, 3 Nivell2 i 4 Nivell3). Test: r Pearson = coeficient de correlació de Pearson, on un valor entre 0 i 1 positiu indica correlació positiva. Figura 11). Aquestes dades ens demostren que de mitjana tots els alumnes han millorat el seu rendiment a mesura que anaven fent tests, i que en el cas dels alumnes de 2n d'ESO B aquesta millora és significativa.

La diferència observada entre els dos grups classe pot ser atribuïda a diversos factors, com ara la distribució de gènere dels alumnes en cada grup o diferents nivells de competències inicials. Per aquest motiu s'ha analitzat la distribució de notes en funció del gènere.

Després d'analitzar la distribució de les puntuacions per test al llarg de les setmanes, dividint els alumnes en nois i noies, no s'han observat diferències significatives entre els nivells des noies dels nivells 1 i 2 al grup 2n A (Figura 12). El mateix patró s'ha observat en el grup B. En el cas dels nois, no s'han observat diferències significatives entre els nivells 2 i 3, ni en el grup A ni en el grup B. Això indica que no hi ha diferències rellevants en el rendiment entre aquests nivells específics entre els nois.

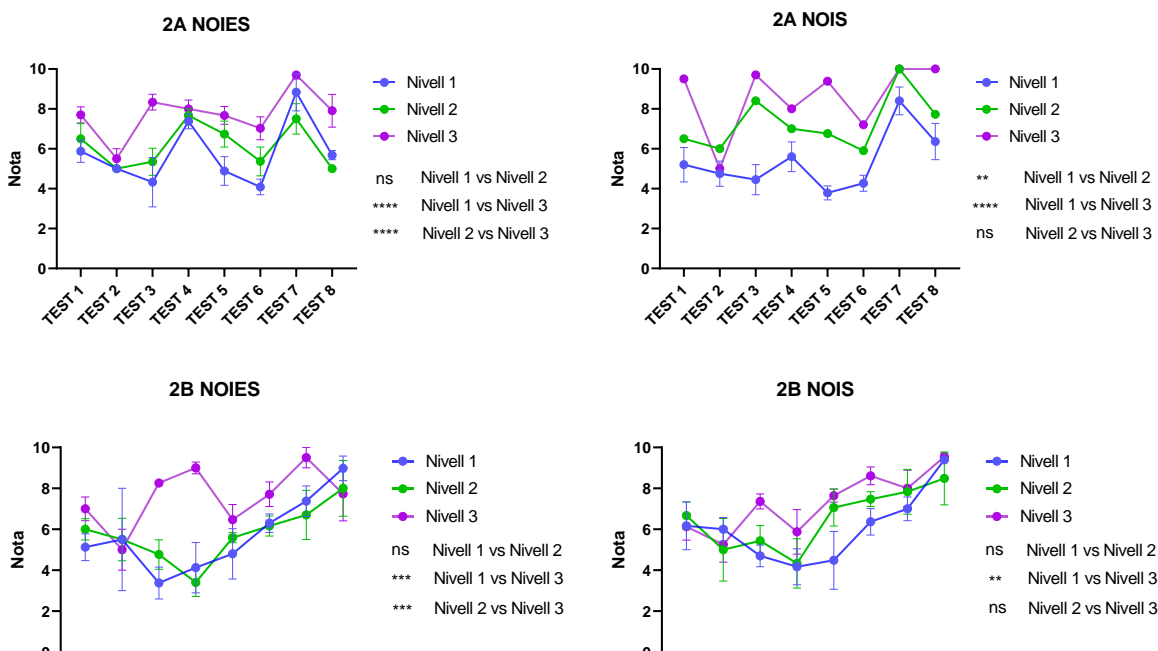


Figura 12. Mitjana \pm desviació estàndard de les notes dels alumnes de 2n d'ESO A i B en els diferents tests realitzats durant la pràctica del record segons gènere. Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. .Mostra: Noies: 13 a 2nA (5 Nivell1, 3 Nivell2 i 5 Nivell3), 10 a 2nB (4 Nivell1, 5 Nivell2 i 3 Nivell3). Nois: 6 a 2nA (4 Nivell1, 1 Nivell2 i 1 Nivell3), 10 a 2nB (3 Nivell1, 3 Nivell2 i 4 Nivell3). Test: ANOVA ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; **** $p < 0.0001$; ns = no significatiu.

En canvi, si mirem les correlacions lineals per nivells i gènere, hi ha una correlació positiva significativa en el cas dels nois de 2n d'ESO B de nivell 2 ($r=0,71$; $p=0,048$) i de nivell 3 ($r=0,86$; $p=0,006$), essent aquest últim grup el que presenta una correlació més clara entre el número de tests realitzats i l'increment de la nota. En el cas de les noies, només observem correlació significativa en el nivell més alt (nivell 3) de 2n d'ESO B, amb un coeficient de correlació de Pearson de $r=0,47$ i $p=0,03$.

És important realitzar un anàlisi exhaustiu per comprendre els factors que expliquen per què la pràctica del record ha estat més efectiva per als alumnes de 2n d'ESO B i més específicament amb els de nivells més alts. (Figura 9, Figura 10), tot i que amb una tendència alça dels alumnes de nivell 1 al llarg del temps. Aquesta comprensió ens permetrà identificar amb precisió les necessitats i els punts forts de cada grup d'alumnes, i adaptar les estratègies d'ensenyament per proporcionar el suport adequat i ajudar-los a assolir el seu màxim potencial.

Algunes consideracions que podrien explicar aquesta diferència podrien incloure:

1. Diferents nivells de coneixements previs: Per obtenir el màxim benefici de la pràctica del record, és essencial que els alumnes aconseguixin un nivell adequat de coneixement sobre el tema abans de sotmetre's a proves de recuperació (Kang et al., 2007). En aquest sentit els anàlisis de correlació demostren que els alumnes amb nivells de coneixement més elevats han adquirit millores significatives en les seves respostes en els tests consecutius de la "Matelliga". Per altra banda, tot i que la correlació no és significativa, els alumnes de baix nivell també presenten una correlació positiva. Això es podria explicar pel fet que els alumnes de baix nivell podrien haver millorat perquè tenien una base de coneixements més feble inicialment, i l'aplicació de tècniques de pràctica del record els ha ajudat a consolidar i reforçar els seus coneixements.
2. Estratègies d'estudi diferents: És possible que la pràctica del record hagi ajudat als alumnes de baix nivell a aprendre a utilitzar i aplicar millor les estratègies d'estudi durant les sessions de pràctica del record, el que ha impulsat la seva millora. D'altra banda, els alumnes de nivell alt potser ja empraven aquesta tècnica prèviament, i la pràctica del record pot haver reforçat l'ús d'aquestes estratègies, traduint-se en una millora significativa dels seus resultats tot i partir de notes inicialment més altes.
3. Factors motivacionals: Els alumnes podrien haver-se sentit més motivats per millorar i superar les seves dificultats inicials, en especial davant la intervenció d'un nou docent. Això podria haver-los impulsat a treballar més durant les sessions de pràctica del record i, en conseqüència, millorar les seves notes. Tot i que es podria pensar que els alumnes de nivell alt podrien haver tingut una motivació menor ja que partien d'un bon rendiment acadèmic, els resultats finals de millora de resultats ens indiquen el contrari. Tot i que no s'ha pogut realitzar una correlació lineal entre la motivació i la millora del rendiment acadèmic, Això pot haver influït en la seva dedicació i progressió durant les sessions.

2A

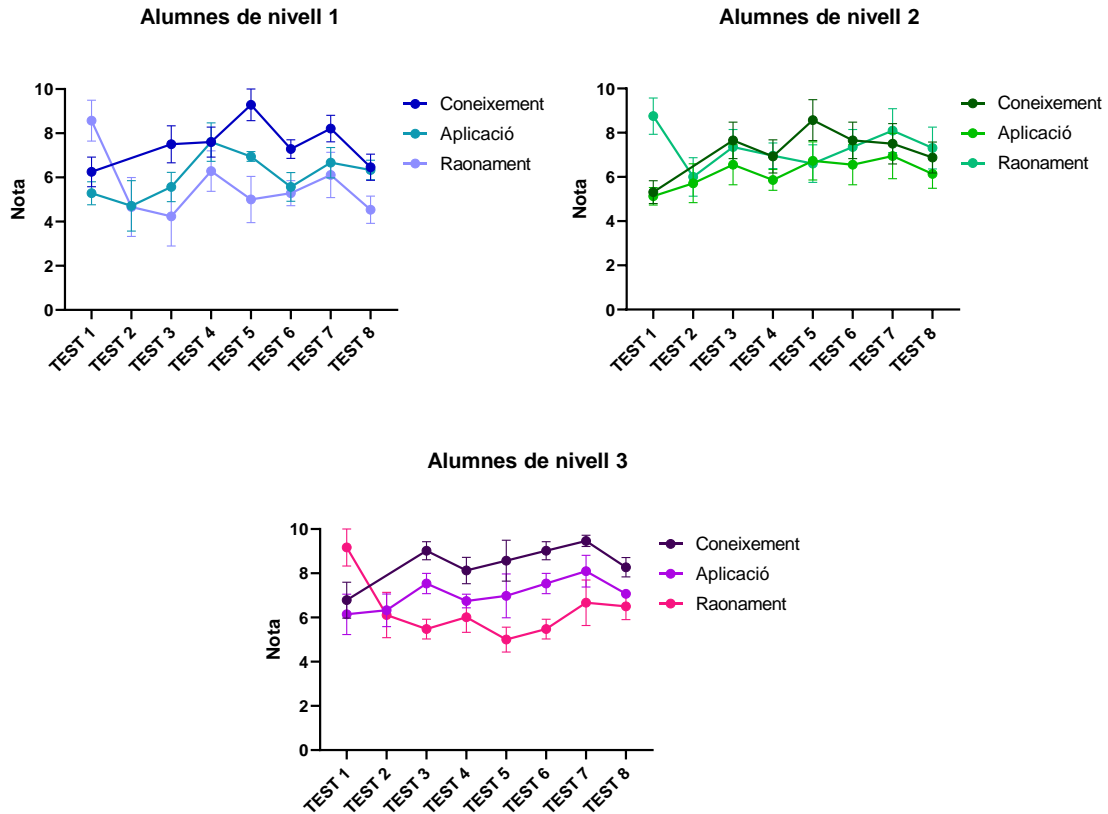


Figura 13. Anàlisi de 2nA per nivells dels alumnes i nivells de coneixement de les preguntes. Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. Les preguntes s'han dissenyat per analitzar els tres nivells de coneixement: domini del coneixement, de l'aplicació i del raonament. Mostra: N = 22, Nivell 1 = 9, Nivell 2 = 4, Nivell 3 = 6. Test: ANOVA.

2B

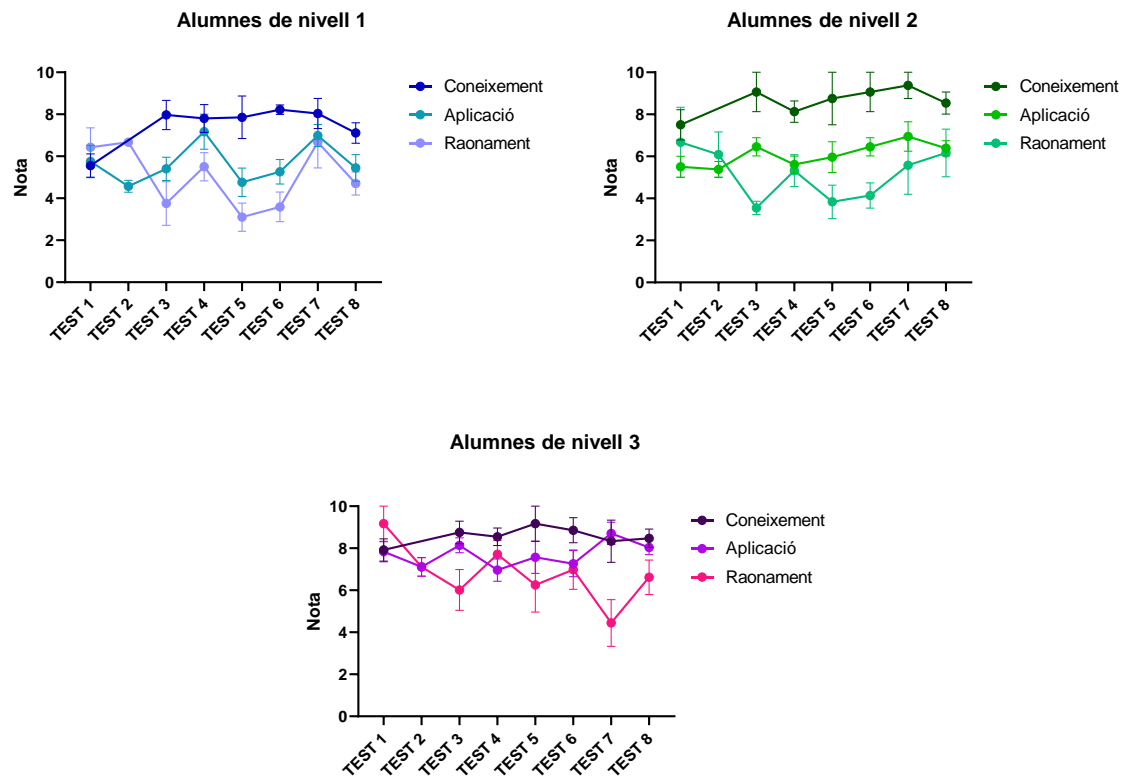


Figura 14. Anàlisi de 2nB per nivells dels alumnes i nivells de coneixement de les preguntes. Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. Les preguntes s'han dissenyat per analitzar els tres nivells de coneixement: domini del coneixement, de l'aplicació i del raonament. Mostra: N = 19, Nivell 1 = 7, Nivell 2 = 8, Nivell 3 = 7. Test: ANOVA.

La pràctica del record no només porta a una millor memorització, sinó que incrementa la comprensió. En tenir una millor comprensió dels continguts, els alumnes poden adaptar el seu coneixement a noves situacions, noves qüestions i a contextos relacionats (Mcdaniel et al., 2013; Roediger, Agarwal, et al., 2011). En aquest sentit s'han utilitzat una preguntes variades, com qüestions més memorístiques, preguntes conceptuals complexes, d'ordre superior, etc. Per assegurar que els alumnes no només memoritzaven sinó que utilitzaven aquesta informació de manera flexible.

A l'anàlisi per nivell dels alumnes i nivells de coneixements de les preguntes (domini del coneixement, de l'aplicació i del raonament), podem observar que sistemàticament el domini més alt, corresponent al domini del raonament, presenta pitjors resultats amb excepció dels alumnes de 2nA de nivell 2. Per altra banda, el domini de coneixement assoleix resultats molt elevats en tots els alumnes de tots dos grups (Figura 13; Figura 14). No es poden extreure conclusions significatives d'aquest anàlisi. Caldria realitzar estudis addicionals per poder confirmar que utilitzar la pràctica del record millora l'aprenentatge en múltiples contextos, demostrant beneficis en l'aprenentatge a tots els nivells (Mayer et al., 2009; McDermott et al., 2014).

És interessant observar que la progressió observada durant la pràctica del record a la classe de 2n d'ESO B es veu reflectida en una millora significativa ($p=0.0354$) de les notes dels alumnes de nivell 1 en l'examen final del segon trimestre en comparació amb les notes del primer trimestre (Figura 15). Aquesta millora clara indica que les

sessions de pràctica del record han tingut un impacte positiu en el rendiment acadèmic dels alumnes. Així mateix, de manera generalitzada de mitjana tots els alumnes de 2n B obtenen millors resultats a l'examen del 2n trimestre en comparació amb el 1r trimestre.

D'altra banda, a la classe de 2n d'ESO A, tot i que també hi ha una tendència a la millora en els alumnes de nivell 1, aquesta no és estadísticament significativa ($p=0.1789$) (Figura 15). De la mateixa manera, els alumnes dels altres dos nivells tampoc obtenen millors notes a l'examen del trimestre 2 en comparació amb el primer trimestre. Això podria suggerir que altres factors o elements del procés d'aprenentatge estan influïent en menor mesura en la millora de les notes finals dels alumnes d'aquesta classe. Potser hi ha altres àrees que necessiten ser abordades o altres enfocaments pedagògics que podrien millorar encara més el seu rendiment.

Aquesta discrepància entre les dues classes destaca la importància de realitzar un seguiment i una avaluació contínua del progrés dels alumnes, així com de l'efectivitat de les estratègies d'ensenyament implementades.

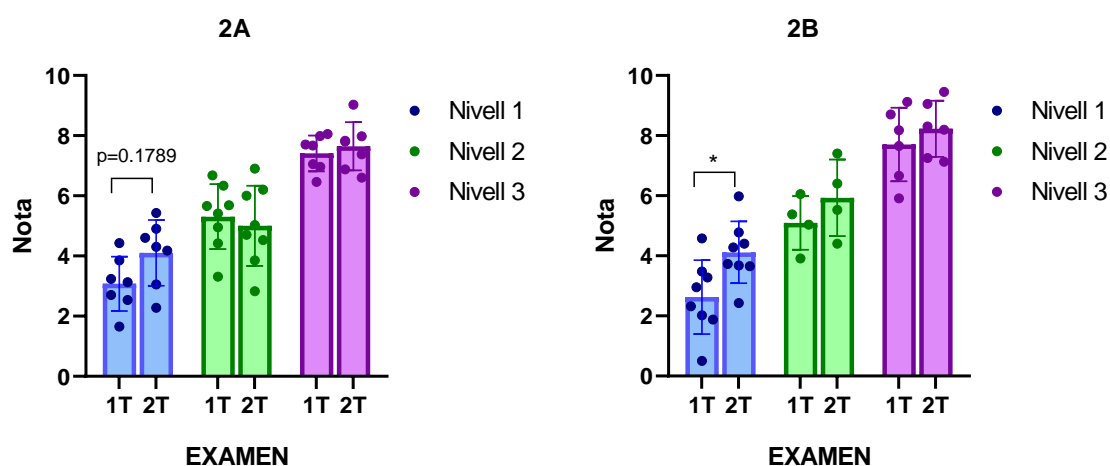


Figura 15. Notes de l'examen final del 1r trimestre (1T) vs 2n trimestre (2T). Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. Test: t-test aparellat. * $p < 0.05$. 2nA: $N = 22$, Nivell 1 = 9, Nivell 2 = 4, Nivell 3 = 6. 2nB: $N = 19$, Nivell 1 = 7, Nivell 2 = 8, Nivell 3 = 7.

Adicionalment, volíem comprovar la efectivitat de la tècnica del record i la "Matelliga" en relació al gènere. Es pot observar la millora més significativa ($p=0.01$) en els nois de nivell 1 del segon A, pot estar relacionat amb la petita mida de la mostra (Figura 16). Als nois de 2n B la millora de nota del trimestre 1 al trimestre 2 no és significativa, però té un valor de $p=0.0972$.

L'única conclusió en termes de gènere que podem extreure del nostre anàlisis és que de manera global els nois han respost millor en el segon trimestre, després de dur a terme la pràctica del record, en comparació a les seves notes del primer trimestre i que aquesta millora es veu incrementada sobretot en el grup de nivell 1.

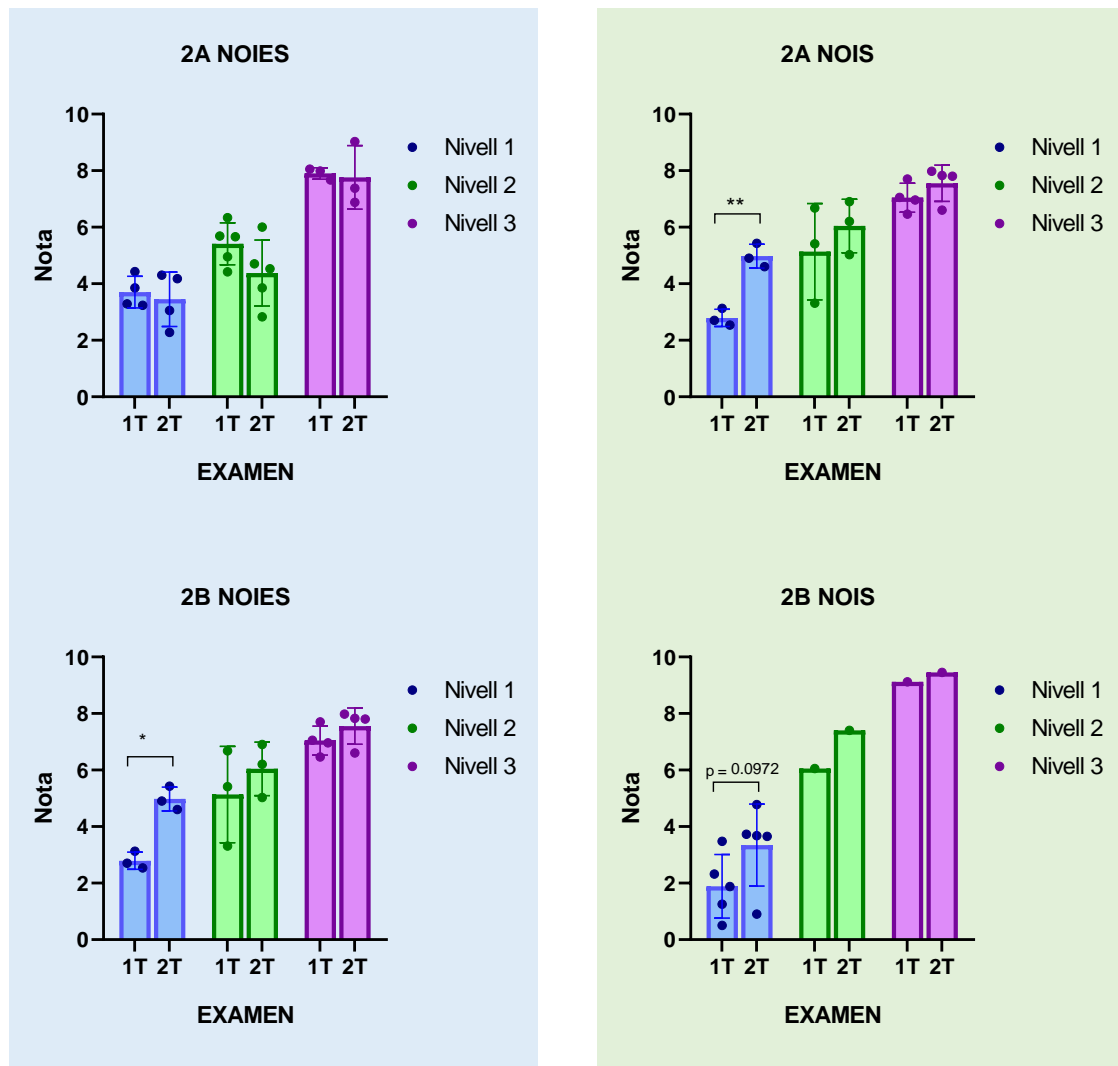


Figura 16. Notes de l'examen final del 1r trimestre (1T) vs 2n trimestre (2T) segons gènere. Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. Mostra: Noies: 13 a 2nB (5 Nivell1, 3 Nivell2 i 5 Nivell3), 10 a 2nA (4 Nivell1, 5 Nivell2 i 3 Nivell3). Nois: 6 a 2nB (4 Nivell1, 1 Nivell2 i 1 Nivell3), 10 a 2nA (3 Nivell1, 3 Nivell2 i 4 Nivell3). Test: t-test aparellat. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

En resum, és essencial realitzar un anàlisi detallat per comprendre les raons per les quals la pràctica del record ha estat més exitosa per als alumnes de baix nivell en comparació amb els alumnes de nivell alt en relació a les notes finals dels exàmens del 1r i 2n trimestre. En canvi, en relació a la correlació lineal entre el número de tests de la "Matelliga" i les puntuacions en els tests, els alumnes amb nivell més alt han presentat una millor resposta. Havent comentat la possibilitat de què els alumnes de nivell alt ja fessin servir pràctiques similars, s'hauria d'investigar com potenciar el seu aprenentatge per aconseguir millores en el seu rendiment final. Té sentit pensar que els alumnes de nivell alt podrien haver començat amb un coneixement més avançat o amb millores estratègies integrades d'aprenentatge i metacognició i, per tant, podria ser més difícil observar un progrés significatiu en comparació amb els seus nivells de referència. En comparació, és possible que els alumnes de baix nivell partissin d'un punt inicial més baix, el que els oferia un marge de millora més gran. Així, els alumnes de baix nivell podrien haver requerit una atenció i suport més intensius per tancar les mancances de coneixement i la pràctica del record podria haver aconseguit un major progrés en el seu aprenentatge global.

6.2 Objectiu 2. Avaluar si la pràctica del record fomenta la retenció de coneixements a llarg termini.

La pràctica del record demostra que els processos d'evocació que es posen en marxa quan fem un test tenen efectes poderosos sobre l'aprenentatge i la retenció a llarg termini (Agarwal et al., 2008). Quan els alumnes són capaços de recuperar correctament el coneixement i ho fan de forma repetida i espaiada en el temps, la pràctica del record promou un aprenentatge robust, durador i transferible a nous contextos (Carpenter, 2012; Karpicke, 2012).

Seguint això, es van planificar dues proves extremes, una amb continguts del primer trimestre i l'altra amb continguts del segon trimestre, passats dos mesos des de la finalització del segon trimestre. L'objectiu de fer aquestes proves era utilitzar-les com a eines avaluadores de la retenció a llarg termini.

Analitzant els resultats veiem que tant en el grup A com al B es produeix una millora significativa global ($p_a = 0,0079$ i $p_b = 0,0369$) en la retenció a llarg termini en relació a les preguntes corresponents al trimestre en el que es va fer servir la pràctica de record (Figura 17). Aquesta millora en la retenció a llarg termini es manté si analitzem els resultats classificant als alumnes per nivells i és estadísticament significativa pels casos dels alumnes de nivell 1 i 2 del grup A i els alumnes de nivell 1 al grup B ($p_{a1} = 0,0195$, $p_{a2} = 0,0231$, i $p_{b1} = 0,0247$) (Figura 18). Això suggereix que la pràctica del record promou un aprenentatge robust i durador, ja que els alumnes són capaços de recordar i aplicar els coneixements adquirits després de varies setmanes. En aquest sentit doncs aquesta recerca reforça que aquesta forma d'estudi espaiat és més efectiva per a la retenció a llarg termini que l'estudi massiu, on es concentra tota la pràctica en un sol període de temps, permetent una millor consolidació de la informació en la memòria a llarg termini.

Aquest estudi també destaca la importància de la recuperació activa del coneixement mitjançant els processos d'evocació. Quan els alumnes recuperen la informació de la memòria, ja sigui mitjançant preguntes, tests o altres formes d'exercici, s'activa un procés de reconsolidació que reforça les connexions neuronals relacionades amb aquesta informació. Això ajuda a consolidar i estabilitzar el coneixement, fent-lo més accessible per a futurs records i aplicacions .

No obstant això, és important tenir en compte dues consideracions rellevants. En primer lloc, els continguts del segon trimestre es van estudiar més recentment que els del primer trimestre. Això podria influir en els resultats, ja que és més probable que els alumnes tinguin una millor retenció dels continguts més recents. En segon lloc, és important assenyalar que els continguts del primer trimestre eren més assequibles que els del segon. Això podria implicar que els alumnes van tenir una facilitat relativa per recordar i aplicar els continguts del primer trimestre en comparació amb els del segon trimestre.

En general, tot i aquestes consideracions, els resultats suggereixen que la pràctica del record té efectes positius en l'aprenentatge i la retenció a llarg termini. Aquesta pràctica pot ser una eina efectiva per promoure un aprenentatge durador i transferible a nous contextos, independentment de les diferències en la dificultat o la proximitat temporal dels continguts estudiats.

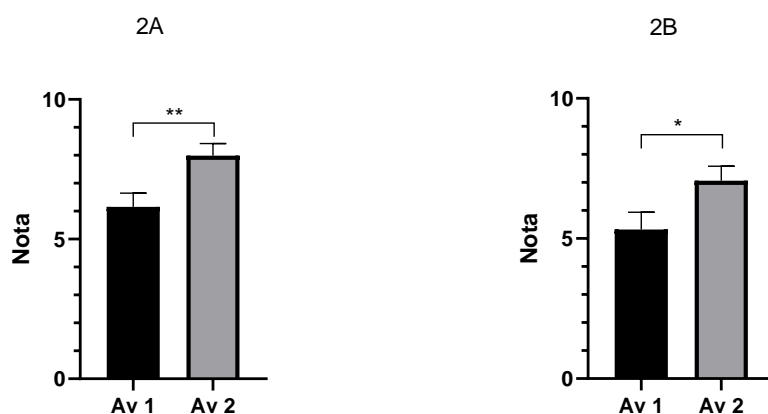


Figura 17. Anàlisi de la retenció a llarg termini realitzada al juny i avaluant continguts apresos aplicant o sense aplicar pràctica del record (Av 1 vs Av 2).Mostra: 2nA: N = 22, 2nB: N = 19. Test: t-test aparellat. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

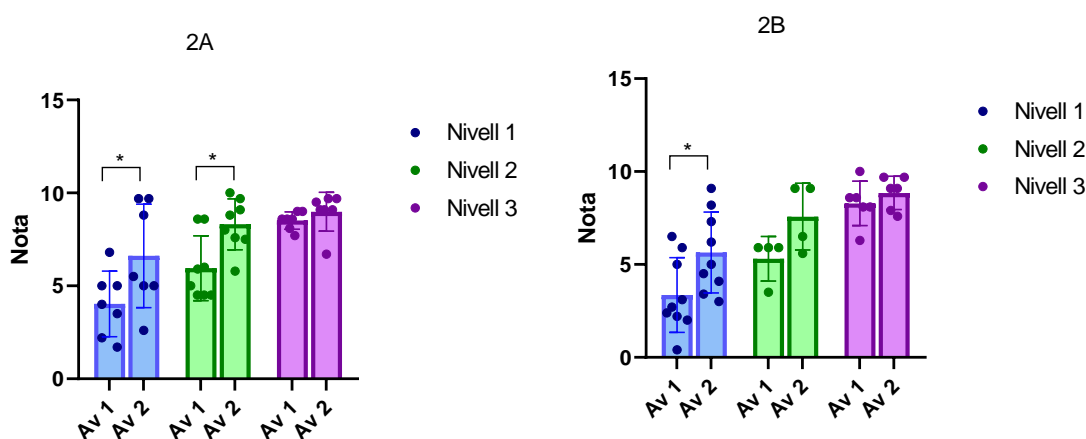


Figura 18. Anàlisi de la retenció a llarg termini per nivells realitzada al juny i avaluant continguts apresos aplicant o sense aplicar pràctica del record (Av 1 vs Av 2). Els alumnes han estat agrupats en 3 nivells segons els coneixements assolits en el primer trimestre. Nivell 1 = nivell baix; Nivell 2 = nivell intermedi; Nivell 3 = nivell alt. Mostra: 2nA: N = 22, Nivell 1 = 9, Nivell 2 = 4, Nivell 3 = 6. 2nB: N = 19, Nivell 1 = 7, Nivell 2 = 8, Nivell 3 = 7. Test: ANOVA. * $p < 0.05$.

En resum, la pràctica del record és una estratègia potent per a l'aprenentatge i la retenció a llarg termini. Aprofundir en els processos d'evocació, utilitzar la pràctica repetida i espaiada, i fomentar una comprensió profunda dels conceptes són factors clau per aconseguir resultats positius. Aquesta pràctica no només millora la retenció de la informació, sinó que també promou un aprenentatge durador i transferible.

6.3 Objectiu 3. Determinar si la pràctica del record afavoreix la metacognició

La metacognició és la capacitat de reflexionar sobre el propi pensament i de conèixer els propis processos cognitius (Flavell, 1971). En el context de les matemàtiques, la metacognició implica la capacitat d'un estudiant per comprendre els seus propis processos mentals mentre resol problemes matemàtics i per prendre decisions sobre com abordar aquests problemes. En altres paraules, la metacognició

implica que l'alumne sigui conscient del seu propi procés d'aprenentatge i que pugui regular-lo per aconseguir un millor rendiment.

En aquest sentit, mitjançant els tests setmanals i la retroalimentació posterior els alumnes podien posar en pràctica les seves habilitats i coneixements adquirits durant la setmana, avaluant el seu propi nivell de comprensió de la matèria i identificant les seves debilitats i punts forts. Aquesta pràctica repetida, doncs, els permetia reflexionar periòdicament sobre les seves estratègies d'aprenentatge, a reflexionar sobre els seus errors i a millorar el seu rendiment, tot i no ser conscients que estan treballant la metacognició (Agarwal et al., 2012a).

Analitzant les respostes dels alumnes a la pregunta **“què és el que t’ha agradat més de la “Matelliga”? I el que menys?”** ja s’aprecia, en algunes de les seves reflexions, que són conscients que estan aprenent amb la pràctica de tests setmanals, i en la majoria d’ocasions ho fan amb una connotació positiva, des d’una perspectiva més “divertida” i entretinguda:

“M’agrada ja que aprenem de manera didàctica però si algun dia no et va bé o falles moltes preguntes baixes bastant de posició”, “M’ha agradat per divertir-nos a l’hora de mates i el que menys que m’ha agradat es que si feies un petit fallo et baixaven molts punts”, “Fer Kahoots i que ajuda a la gent a comprendre les mates d’una forma divertida”, “Que ajuda una mica”, “Que era més dinàmic i no estàvem tota l’estona apuntant a la llibreta”.

En molts casos també fan referència a la competitivitat com al·licient motivacional per aprendre i fer activitats. Especialment els formats interactius “Kahoot i Quizizz” és del que valoren més. Aquests (Taula 7) són alguns exemples de les respostes que donaven els estudiants en relació al que més els havia agradat i el que menys.

Taula 7. Extracte d’anàlisis de fortaleces i debilitats de la Matelliga pels alumnes.

Positiu	Negatiu
<i>Good: És divertit i com que volem guanyar i conta nota ens ho prenem en serio.</i>	<i>Bad: Que si un dia ho fas una mica malament o faltes un dia baixes molt de cop.</i>
<i>Que pots pujar bastant la nota si fas els kahoots bé.</i>	<i>El que no m’agrada es que maiestic dels 10 primers.</i>
<i>El que més es que et pot sumar punts a la nota final i es divertit.</i>	<i>El que menys es que si fèiem un quizizz el començàvem molt tard i no el podíem acabar.</i>
<i>M’ha agradat que puja nota.</i>	-
<i>El que més m’agrada són els kahoots i quizizzs.</i>	<i>El que menys que hi han masses preguntes en cada activitat que fem.</i>
<i>M’ha agradat quan fèiem els quizizz.</i>	<i>El que no m’ha agradat és que ens fiquin nota segons com anem a la lliga.</i>
<i>Que es una classe més light. que fem quizizz i kahoots.</i>	<i>A vegades són difícils els quizz</i>
<i>El que més m’ha agradat és la idea: fer una competició gracies a un conjunt de coses que van pujant punts i que després et pugui pujar la nota ho trobo molt guai. A més està molt be perquè és molt dinàmic i no es tant avorrit com la majoria de les altres assignatures 🤔.</i>	<i>L’únic que no m’ha agradat és que en algun cas he trobat que hi havien poques “minicompeticions” per pujar punts. La resta m’ha semblat molt be i estava mot ben fet.</i>

<i>El que més que puja la nota final</i>	<i>El que menys que no hem va pujar res perquè es impossible superar a l'Albert, la Júlia i la Olívia (noms modificats per garantir anonimat).</i>
<i>M'agrada que ajuda a pujar nota</i>	<i>No hi ha res que no m'agradi</i>

A més, a través dels tests setmanals de la Matèl·liga, els estudiants podien avaluar la seva pròpia comprensió de la matèria de matemàtiques i monitoritzar la seva progressió. A través de la retroalimentació que rebien després de cada test, els estudiants podien identificar les seves fortaleses i debilitats i ajustar la seva estratègia d'estudi per aconseguir millors resultats.

Analitzant les respostes dels estudiants en respondre a la següent qüestió: **“Quan vas respondre incorrectament una pregunta en els tests setmanals, quines estratègies vas utilitzar per identificar l'error i corregir-lo en futurs tests?”** es pot identificar que a través de l'ús de tests setmanals els estudiants assumien com a propi el procés d'avaluació dirigit a la correcció d'errors. Des de la nostra perspectiva de docents, justament ens interessa fomentar aquelles condicions que afavoreixen l'aprenentatge i el paper regulador de l'autoavaluació com a guia, retroalimentació i motor de progrés.

“Repassant la llibreta”, “Tornar-la a fer els cops que calgués”, “Tornar-la a llegir i pensar-la millor i trobar el meu error”, “mirant apunts”, “Els vaig tornar a repetir fins fer-los bé”, “Em vaig donar conta al revisar-ho i al veure la resposta, repassar les coses”, “Mirant els apunts”, “Tornar-la a llegir i pensar-la millor i trobar el meu error”.

En aquest sentit, les respostes dels estudiants mostren que han utilitzat diverses estratègies per identificar els errors i corregir-los en els futurs tests. Això indica que la pràctica dels tests setmanals no només ajuda a reforçar la retenció de coneixements, sinó que també pot ser una eina útil per desenvolupar la metacognició. Hi ha tres tipus d'avaluació: l'avaluació de l'aprenentatge, que la realitza el professor; l'avaluació per a l'aprenentatge, en la qual participen tant els alumnes com el professor; i l'avaluació com a aprenentatge, en la qual la classe en conjunt delimita els objectius, comparteix els criteris i avalua l'aprenentatge en un diàleg col·laboratiu. Aquesta última opció és la més formativa i inclou la coavaluació i l'autoavaluació (Clark, 2012).

Al revisar les seves respostes, els estudiants mostren que van buscar activament errors i van intentar comprendre per què havien fallat en les preguntes incorrectes. A més, van utilitzar diferents recursos per corregir els errors; repassar la llibreta, revisar els apunts, preguntar als companys o a la professora, i fer els exercicis novament fins a obtenir la resposta correcta. Aquesta capacitat per identificar errors i desenvolupar estratègies per corregir-los és una part important de la metacognició, ja que els estudiants estan reflexionant sobre el seu propi procés de pensament i aprenentatge.

Aquesta “autoavaluació” és un dels mètodes d'avaluació més formatius ja que se centra en el procés d'aprenentatge i proporciona eines per a millorar-lo (Agarwal et al., 2012c). A més, augmenta la responsabilitat de l'alumne pel seu propi aprenentatge, desenvolupant la capacitat metacognitiva i afavorint l'autoestima i la motivació (McDaniel et al., 2013). També permet a l'alumne ser un subjecte actiu en el seu aprenentatge, prendre les seves pròpies decisions i compartir la responsabilitat de

l'avaluació amb el professor (Nicol & MacFarlane-Dick, 2007). Això afavoreix l'aprenentatge autònom i eficaç.

Però els tests setmanals no només afavoreixen la metacognició individual, sinó que també afavoreixen la metacognició col·lectiva i la retroalimentació. A través de la revisió dels tests, els alumnes poden intercanviar informació, discutir les seves respostes i aprendre de les estratègies dels altres. Això afavoreix la **reflexió col·lectiva** sobre el procés d'aprenentatge i ajuda als alumnes a desenvolupar una **comprensió més profunda** de la matèria.

“Preguntar a un company i que m'expliqués perquè la resposta correcta era correcte, preguntar a la professora o intentar relacionar pel meu compte la resposta amb l'anunciat”, “Doncs, o reviso bé i lentament l'anunciat per intentar entendre l'error i si no el trobo pregunto a la professora o a algun company/a”, “Revisava els errors i preguntava als companys”, “li preguntava a la professora com es feia el exercici, m'ho explicava, ho entenia i així identificava l'error”, “Preguntant-ho a companys/profe”.

Hi ha també alumnes que atribueixen els errors a la seva pressa per respondre. Aquests estudiants admeten que haurien de **prendre més temps per reflexionar** abans de seleccionar una resposta.

“No clicar la resposta tant ràpid i només clicar en la resposta si estic 100x100 segur”, “algunes les havia fallat perquè no sabia la resposta però algunes altres les havia fet simplement per resoldre ràpid i quan me adonava del meu error ja havia contestat.”

Com a conclusió d'aquesta qüestió, s'han agrupat les respostes dels alumnes en quatre categories de manera general (Taula 8):

Taula 8. Autoanàlisis dels alumnes sobre la metacognició amb la “Matelliga”.

Categoria	Nº alumnes	Percentatge
<i>Es dediquen activament a corregir els seus propis errors, demostrant una actitud proactiva en la seva aproximació a la resolució dels problemes.</i>	23	56,10 %
<i>Busquen l'ajuda dels seus companys, fent preguntes i sol·licitant suport durant el procés de resolució dels problemes.</i>	11	26,19 %
<i>Es concentren en expressar que durant el test han reconegut la importància de no respondre precipitadament i de reflexionar més abans de donar les respostes.</i>	4	9,76 %
<i>No prenen cap acció o iniciativa en el moment del test, mostrant una actitud passiva o desinteressada envers la resolució dels problemes plantejats.</i>	3	7,32 %

A més, a través d'aquesta pràctica repetida també es demostra que els alumnes poden adquirir més confiança en les seves habilitats matemàtiques i ja que es poden

familiaritzar amb el tipus de preguntes i problemes que poden aparèixer en els exàmens i tasques similars.

Creus que la Matelliga t'ha ajudat a comprendre millor la matèria de matemàtiques?

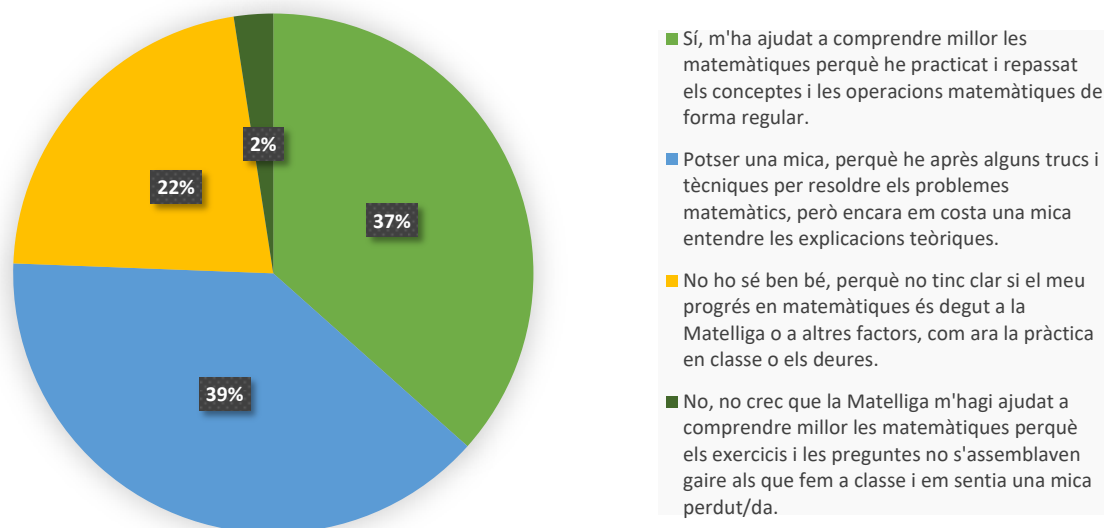


Figura 19. Gràfic de sectors que mostra les proporcions relatives de les diferents categories relacionades amb la comprensió de la matèria després d'haver posat en pràctica la "Matelliga".

Un 76% dels estudiants enquestats considera que la "Matelliga" els ha ajudat a comprendre millor les matemàtiques, amb un 37% del total d'alumnes que identifiquen la "Matelliga" com una de les causes específiques de la seva millora en la comprensió i un 39% que considera que la pràctica repetida els ha ajudat una mica. Un 22% en canvi no veu una relació directa entre el seu progrés i els tets setmanals a les classes de matemàtiques tot i que no descarten que els hagi pogut ajudar i tant sols un 2% considera que la "Matelliga" no els ha ajudat a comprendre millor les matemàtiques en cap cas.

En relació a la confiança i actitud cap a les matemàtiques, s'observa un efecte positiu de la "Matelliga" en els estudiants. Un 12% dels alumnes ha manifestat un major interès per les matemàtiques, mentre que el 49% afirma que la seva confiança en les habilitats matemàtiques ha millorat. Aquests estudiants han adquirit la creença que, dedicant temps i esforç, poden resoldre problemes que abans els semblaven massa difícils. Un altre 12% dels alumnes considera que la "Matelliga" els ha ajudat a desenvolupar estratègies per afrontar problemes, la qual cosa ha tingut un impacte directe en la seva actitud cap a les matemàtiques.

És important destacar que cap dels alumnes ha assenyalat haver experimentat més dificultats en les matemàtiques després de l'experiència amb la "Matelliga". Aquesta constatació indica que els alumnes perceben aquesta iniciativa com una pràctica positiva en general.

Has notat algun canvi en la teva actitud i confiança cap a les matemàtiques des de vam començar la lliga ?

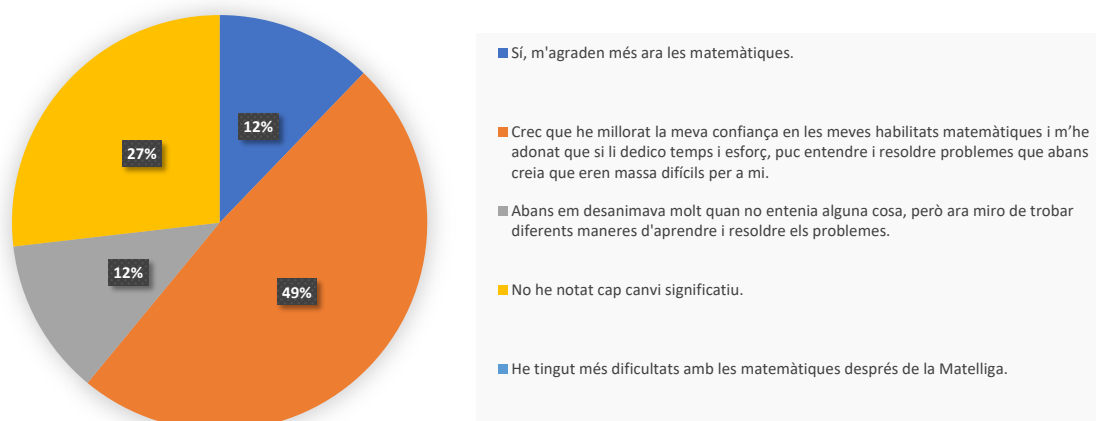


Figura 20. Gràfic de sectors que mostra les proporcions relatives de les diferents categories relacionades amb la confiança i actitud cap a les matemàtiques després d'haver posat en pràctica la "Matelliga".

Què és el que més t'ha ajudat dels tests setmanals de la "Matelliga" per comprendre i recordar millor les matemàtiques?

Els alumnes han proporcionat diverses respostes sobre el que més els ha ajudat dels tests setmanals de la "Matelliga" per comprendre i recordar millor les matemàtiques. Algunes respostes destaquen la importància de repassar tot el contingut i resoldre problemes de diferents maneres. També s'ha assenyalat que aquests tests han ajudat a millorar les habilitats de càlcul, utilitzar la lògica i adquirir "trucs" per resoldre problemes. Alguns alumnes han trobat útil tornar a fer les preguntes que havien fet malament per aprendre dels errors. Alguns altres han destacat que els Kahoot! i els Quizizz han estat els més útils, ja que són interactius i permeten més temps per pensar. Els alumnes també han mencionat que revisar els continguts fets a classe i repetir els Quizizz han estat beneficiosos per comprendre millor els conceptes i relacionar-los amb les opcions correctes. En resum, en consonància amb estudis previs (Pàmies, Fabregat Sanjuan, Puig Ortiz, Jordi Nebot, & Hernández Fernández, 2022), **els tests setmanals han demostrat ser una eina útil per millorar la comprensió i el record de les matemàtiques, proporcionant als alumnes l'oportunitat de repassar, practicar i aprendre dels seus errors (Taula 9).**

Taula 9. Millores apreciades pels alumnes amb la Matelliga.

<i>Millorar competències.</i>	"He après a calcular més ràpid i a utilitzar més la lògica." "M'ha ajudat bastant a resoldre els problemes de diferents maneres i a tenir més trucs." "Anar mirant els apunts mentre faig els exercicis i així anar memoritzant."
<i>Metacognició i consolidació de coneixements.</i>	"Tornar a fer les preguntes que tens malament." "Fent això et refresca la memòria de les coses que estem fent a matemàtiques i així et dones compte del que no saps fer bé." "Repetir els Quizizz fets a classe per relacionar l'opció correcta i l'enunciat. Això m'ajuda a entendre coses que no entenia." "Repasar tot." "Algunes coses que no m'havien quedat clares m'han ajudat a aprendre." "Revisar els continguts fets a classe." "El simple fet de repassar els conceptes."

	"Fer els exercicis i aprendre dels errors que faig." "Per comprendre no m'ha ajudat tant, però quan surten les fórmules o així i has de triar, m'ha ajudat molt a recordar. Jo crec que això és el que m'ha ajudat més." "Els Quizziz, perquè t'ajuden a repassar el tema i a practicar-lo."
Motivació	"Els Kahoots, perquè són guais i et quedes amb la informació." "El repassar i posar-me a prova." "Crec que com ho podem repetir, veiem els nostres errors i la possibilitat de millora."

Què creus que podríem fer per ajudar a millorar la teva actitud cap a les matemàtiques?

Diverses respostes han estat donades per abordar la qüestió de com millorar l'actitud dels alumnes cap a les matemàtiques (Taula 10). Algunes suggerències inclouen fer les classes més dinàmiques i divertides, utilitzar jocs i activitats per augmentar l'interès i explicar els temes amb exemples visuals. També s'ha destacat la utilitat dels Quizziz i Kahoot! per mantenir l'atenció i crear un ambient més engrescador. D'altra banda, algunes respostes indiquen que no es necessiten canvis i que l'actitud actual cap a les matemàtiques és prou positiva. En general, es pot concloure que la introducció d'elements dinàmics, jocs i activitats interactives poden tenir un impacte positiu en l'actitud dels alumnes cap a les matemàtiques, millorant l'interès i la participació (Hernández-Fernández, 2020; Pàmies et al., 2022; Revelo Sánchez, Collazos Ordoñez, & Jiménez Toledo, 2018).

Taula 10. Respostes dels alumnes a la pregunta de què odem fer per millorar l'actituda cap a les matemàtiques.

Canvi en tipus de classe	Fer matiques més divertides (fer coses noves). Fer més Kahoots. Crec que això del quizziz es el que et manté mes concentrada, per tant, amb millor actitud. Fer les classes més dinàmiques i més entretingudes de manera que tot s'entengui millor. Fer ho una mica més dinàmic amb jocs i activitats i no tanta teoria Que les classes siguin més divertides i no apuntar tant a la llibreta. Fer les classes més dinàmiques i divertides <i>Doncs explicar una mica més lent el tema i posar exemples quan expliques algo del tema perquè a vegades és més fàcil si ho veiem visual per entendre millor.</i>
Res	"Res.", "Res.", "Res perquè crec que ja m'agraden prou." "Es que no m'agraden gens." "La meva actitud cap a les mates jo crec que es pràcticament immillorable."
Més temps	"Posar mes temps.", "Posar-hi més temps."
Depèn de mi	"Res, depèn de mi.", "Nada, solo tengo que ponerme más seria." "Tindria que concentrar-me més i no pensar abans de fer les preguntes a classe."

7. Conclusions

L'estudi realitzat ha demostrat que la utilització de la pràctica del record a l'aula pot facilitar l'adquisició d'un aprenentatge significatiu i millorar la retenció de coneixements a llarg termini. S'ha observat una millora en el rendiment dels alumnes en els tests i un increment en la seva capacitat de metacognició. No obstant això, s'ha observat que els resultats de la pràctica del record poden variar segons el grup de classe. És necessari realitzar més investigacions per comprendre les possibles influències de factors com el gènere o el nivell socioeconòmic en l'efectivitat de la pràctica del record.

Les conclusions extretes en relació a l'impacte de la pràctica del record en l'aprenentatge de les matemàtiques.

1. Estudiar si la pràctica del record facilita l'adquisició d'un aprenentatge significatiu:
Es va observar una millora progressiva en el rendiment dels tests setmanals realitzats pels alumnes de nivell més alt. A mesura que es practicava el record de manera regular, aquests alumnes mostraven una major comprensió dels conceptes, una millor capacitat per relacionar-los amb altres àrees de coneixement i una millora en la resolució de problemes. D'altra banda, en els alumnes de nivell més baix es va observar una millora general en el seu rendiment després d'implementar la pràctica del record. Aquests alumnes, que inicialment presentaven més dificultats per assimilar els continguts, van experimentar una progressió en el seu aprenentatge a mesura que es feia èmfasi en la pràctica del record. Aquesta pràctica els va permetre reforçar i consolidar els coneixements adquirits, així com desenvolupar estratègies per superar les seves dificultats.
És important destacar que la pràctica del record no va tenir el mateix efecte en els dos grups analitzats, demostrant un millor funcionament en un grup que en l'altre. Això suggereix que la manera en què s'implementa la pràctica del record i les característiques del grup poden influir en els seus efectes en l'aprenentatge significatiu.
2. Avaluar empíricament si la pràctica del record fomenta la retenció de coneixements a llarg termini:
Els resultats de l'estudi mostren que la pràctica del record té un impacte positiu en la retenció de coneixements a llarg termini. En un test realitzat un mes i mig després de la implementació de la pràctica del record, els alumnes van obtenir bones puntuacions, demostrant que havien retingut els coneixements adquirits. A més, es va observar una millora en les preguntes relacionades amb el segon trimestre, en comparació amb les preguntes corresponents al primer trimestre en què no es va dur a terme la pràctica del record. Aquesta millora indica que la pràctica del record ajuda els alumnes a consolidar i recordar els continguts de manera més efectiva, fins i tot després d'un temps prolongat. Aquesta millora pot ser atribuïda tant a la pràctica del record com a la diferència de temps entre l'avaluació realitzada i el primer i el segon trimestre respectivament. Tot i així, és important destacar que el primer trimestre incloïa conceptes més senzills, fins i tot una revisió de les matemàtiques de 1r d'ESO.
3. Determinar experimentalment si la pràctica del record afavoreix la metacognició:
Els resultats de l'estudi suggereixen que la pràctica del record afavoreix la

metacognició dels alumnes. Mitjançant la pràctica del record, els alumnes es van fer més conscients dels seus errors i van buscar solucions per millorar el seu aprenentatge. Aquesta reflexió periòdica sobre el seu propi procés d'aprenentatge els va permetre identificar les seves dificultats i buscar estratègies per superar-les. En conseqüència, es va observar que els alumnes eren conscients del seu procés d'aprenentatge, traduint-se finalment en un progrés en el rendiment dels alumnes en la "Matelliga" i una millora en la seva capacitat per aprendre la matèria de manera més eficient.

És important assenyalar que la pràctica del record no va tenir el mateix impacte en els dos grups classe analitzats. La seva efectivitat va variar en funció de factors com la implicació dels alumnes, la seva motivació i les seves habilitats preexistents. Això posa de manifest la importància d'adaptar les metodologies pedagògiques a les necessitats i característiques particulars dels estudiants, de manera que la pràctica del record pugui ser optimitzada i beneficiosa per a tots els alumnes.

En resum, la pràctica del record és una estratègia potent per a l'aprenentatge i la retenció a llarg termini. Aprofundir en els processos d'evocació, utilitzar la pràctica repetida i espaiada, i fomentar una comprensió profunda dels conceptes són factors clau per aconseguir resultats positius. Aquesta pràctica no només millora la retenció de la informació, sinó que també promou un aprenentatge durador, transferible i amb consciència.

Ètica i consentiment informat

Al centre on es porta a termini aquest estudi, els alumnes signen conjuntament amb la matrícula una sèrie d'autoritzacions entre elles l'autorització d'ús d'imatges, publicació de dades de caràcter personal i del material que elabora, relacionades amb l'activitat escolar. Addicionalment, es va consultar i obtenir el permís de la direcció del centre per a l'execució de la part pràctica de l'estudi, i per a l'elaboració d'aquest treball, on totes les dades han estat tractades de forma pseudoanonimitzada, evitant el reconeixement directe o indirecte dels participants. Els alumnes van accedir a participar i van signar els consentiments informats oportuns. Tots els participants d'aquest estudi el tenien signat.

Bibliografia

- Agarwal, P. K. (2019). Journal of Educational Psychology Retrieval Practice & Bloom's Taxonomy: Do Students Need Fact Knowledge Before Higher Order Learning? *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 189–209. <https://doi.org/10.1037/edu0000282>
- Agarwal, P. K., Bain, P. M., & Chamberlain, R. W. (2012a). The Value of Applied Research: Retrieval Practice Improves Classroom Learning and Recommendations from a Teacher, a Principal, and a Scientist. *Educational Psychology Review*, 24(3), 437–448. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9210-2>
- Agarwal, P. K., Bain, P. M., & Chamberlain, R. W. (2012b). The Value of Applied Research: Retrieval Practice Improves Classroom Learning and Recommendations from a Teacher, a Principal, and a Scientist. *Educational Psychology Review*, 24(3), 437–448. <https://doi.org/10.1007/S10648-012-9210-2>
- Agarwal, P. K., Bain, P. M., & Chamberlain, R. W. (2012c). The Value of Applied Research: Retrieval Practice Improves Classroom Learning and Recommendations from a Teacher, a Principal, and a Scientist. *Educational Psychology Review*, 24(3), 437–448. <https://doi.org/10.1007/S10648-012-9210-2/METRICS>
- Agarwal, P. K., Karpicke, J. D., Kang, S. H. K., Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (2008). Examining the testing effect with open- and closed-book tests. *Applied Cognitive Psychology*, 22(7), 861–876. <https://doi.org/10.1002/ACP.1391>
- AJUNTAMENT DE GIRONA. (2020). Pla per a l'equitat educativa a Girona.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Complete Edition*. New York: Longman. (Complete Edition). New York: Longman. Retrieved from <http://www.citeulike.org/user/mapto/article/961573%5Cnhttp://www.mendeley.com/research/a-taxonomy-for-learning-teaching-and-assessing-a-revision-of-blooms-taxonomy-of-educational-objectives-abridged-edition-1/%5Cnhttp://www.amazon.ca/exec/obidos/redirect?>
- Ausubel, D. P. (1983). *Psicología educativa : un punto de vista cognoscitivo*. (J. D. Novak & H. Hanesian, Eds.) (2a. ed.). book, México: Trillas.
- Ballester, A. (2007). L'aprenentatge significatiu a l'aula. *Comunicació Educativa: Revista d'ensenyament de Les Comarques Meridionals de Catalunya*, (20), 26–30. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6338246&info=resumen&idioma=CAT>
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay. Retrieved from [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=652639](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=652639)
- Carpenter, S. K. (2012). Testing Enhances the Transfer of Learning. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 279–283. <https://doi.org/10.1177/0963721412452728>
- Carpenter, S. K., & Agarwal, P. K. (n.d.). HOW TO USE SPACED RETRIEVAL PRACTICE TO BOOST LEARNING.

- Carpenter, S. K., Cepeda, N. J., Rohrer, D., Kang, S. H. K., Pashler, H., Carpenter, S. K., ... Pashler, H. (2012). Using Spacing to Enhance Diverse Forms of Learning: Review of Recent Research and Implications for Instruction. *Educ Psychol Rev*, 24, 369–378. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9205-z>
- Clark, I. (2012). Formative Assessment: Assessment Is for Self-regulated Learning. *Educational Psychology Review*, 24(2), 205–249. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9191-6>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). Research Methods in Education. *Research Methods in Education*. <https://doi.org/10.4324/9781315456539/RESEARCH-METHODS-EDUCATION-LAWRENCE-MANION-LOUIS-COHEN-KEITH-MORRISON>
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest, Supplement*, 14(1), 4–58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- Ernst Jourdan, C., Arán Filippetti, V., & Viviana, L. (2022). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico: revisión sistemática en estudiantes del nivel secundario y universitario. *Unidades EPISTEME. Revista Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 9(4), 534–562.
- Flavell, J. H. (1971). Stage-related properties of cognitive development. *Cognitive Psychology*, 2(4), 421–453. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(71\)90025-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(71)90025-9)
- Hernández-Fernández, A. (2020). Evaluar con juegos. Herramientas y métodos para una evaluación diversificada en la ludificación. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 28(1), 107–118. Retrieved from <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372929>
- Kang, S. H. K., McDermott, K. B., & Roediger, H. L. (2007). Test format and corrective feedback modify the effect of testing on long-term retention. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19(4–5), 528–558. <https://doi.org/10.1080/09541440601056620>
- Karpicke, J. D. (2012). Retrieval-Based Learning: Active Retrieval Promotes Meaningful Learning. *Current Directions in Psychological Science*, 21(3), 157–163. <https://doi.org/10.1177/0963721412443552>
- Karpicke, J. D., & Blunt, J. R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331(6018), 772–775. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1199327/SUPPL_FILE/KARPICKE_SOM.PDF
- Karpicke, J. D., Blunt, J. R., Smith, M. A., & Karpicke, S. S. (2014). Retrieval-based learning: The need for guided retrieval in elementary school children. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 3, 198–206. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2014.07.008>
- Koriat, A., Sheffer, L., & Ma'ayan, H. (2002). Comparing objective and subjective learning curves: Judgments of learning exhibit increased underconfidence with practice. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(2), 147–162. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.131.2.147>
- Kornell, N., Hays, M. J., & Bjork, R. A. (2009). Unsuccessful retrieval attempts enhance subsequent learning. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 35(4), 989–998. <https://doi.org/10.1037/A0015729>

- Lyle, K. B., & Crawford, N. A. (2011). Retrieving Essential Material at the End of Lectures Improves Performance on Statistics Exams. *Teaching of Psychology*, 38(2), 94–97. <https://doi.org/10.1177/0098628311401587>
- Mayer, R. E., Stull, A., DeLeeuw, K., Almeroth, K., Bimber, B., Chun, D., ... Zhang, H. (2009). Clickers in college classrooms: Fostering learning with questioning methods in large lecture classes. *Contemporary Educational Psychology*, 34(1), 51–57. <https://doi.org/10.1016/J.CEDPSYCH.2008.04.002>
- McDaniel, M. A., Thomas, R. C., Agarwal, P. K., Mcdermott, K. B., & Roediger, H. L. (2013). Quizzing in Middle-School Science: Successful Transfer Performance on Classroom Exams. *Applied Cognitive Psychology*, 27(3), 360–372. <https://doi.org/10.1002/ACP.2914>
- McDermott, K. B., Agarwal, P. K., D'Antonio, L., Roediger, H. L. I., & McDaniel, M. A. (2014). Both multiple-choice and short-answer quizzes enhance later exam performance in middle and high school classes. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 20(1), 3–21. <https://doi.org/10.1037/XAP0000004>
- Nadel, L., Hupbach, A., Gomez, R., & Newman-Smith, K. (2012). Memory formation, consolidation and transformation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(7), 1640–1645. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2012.03.001>
- Nicol, D., & MacFarlane-Dick, D. (2007). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Pàmies, R., Fabregat Sanjuan, A., Puig Ortiz, J., Jordi Nebot, L., & Hernández Fernández, A. (2022). Impact of a Gamification Learning System on the Academic Performance of Mechanical Engineering Students. *International Journal of Engineering Education*, 5(A), 1434–1442. Retrieved from <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/374377>
- Revelo Sánchez, O., Collazos Ordoñez, C. A., & Jiménez Toledo, J. A. (2018). La gamificación como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: un mapeo sistemático de literatura. *Lámpsakos*, (19), 31–46. <https://doi.org/10.21501/21454086.2347>
- Rioseco G., M., & Romero, R. (1997). La contextualización de la enseñanza como elemento facilitador del aprendizaje significativo. *Encuentro Internacional Sobre El Aprendizaje Significativo: Actas. Burgos (España), 15-19 de Septiembre 1997, 1997, ISBN 84-922382-3-2, Págs. 251-262, 251–262*. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2271945>
- Roediger, H. L., Agarwal, P. K., McDaniel, M. A., & McDermott, K. B. (2011). Test-enhanced learning in the classroom: long-term improvements from quizzing. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 17(4), 382–395. <https://doi.org/10.1037/A0026252>
- Roediger, H. L., & Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 20–27. <https://doi.org/10.1016/J.TICS.2010.09.003>
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). The Power of Testing Memory: Basic Research and Implications for Educational Practice. *Perspectives on Psychological Science*, 1(3), 181–210. <https://doi.org/10.1111/J.1745-6916.2006.00012.X>
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2016). Test-Enhanced Learning: Taking Memory

Tests Improves Long-Term Retention. *Psychological Science*, 17(3), 249–255.
<https://doi.org/10.1111/J.1467-9280.2006.01693.X>

- Roediger, H. L., Putnam, A. L., & Smith, M. A. (2011). Ten Benefits of Testing and Their Applications to Educational Practice. *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory*, 55, 1–36. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00001-6>
- Rosel, M., Ruano, B., Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (2009). ¿Cómo fomentar el aprendizaje significativo en el aula? 1. ¿Cómo surgió el aprendizaje significativo? *Temas Para La Educación. Revista Digital Para Profesionales de La Enseñanza*, 3, 1–6.
- Rubio-Hurtado, M.-J., & Berlanga-Silvente, V. (2012). Com aplicar les proves paramètriques bivariades t de Student i ANOVA en SPSS. Cas pràctic. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 5(2), 83–100.
<https://doi.org/10.1344/reire2012.5.2527>
- Ruiz Martín, H. (2021). *¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza*. (3a edición). Barcelona: Educación basada en evidencias. Editorial Graó.
- Skinner, B. J. (1970). *Tecnología de la Enseñanza*. Barcelona: Labor.
- Smith, M. A., Blunt, J. R., Whiffen, J. W., & Karpicke, J. D. (2016). Does Providing Prompts During Retrieval Practice Improve Learning? *Applied Cognitive Psychology*, 30(4), 544–553. <https://doi.org/10.1002/acp.3227>
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91–117.
- Szpunar, K. K., McDermott, K. B., & Roediger, H. L. (2008). Testing During Study Insulates Against the Buildup of Proactive Interference. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 34(6), 1392–1399.
<https://doi.org/10.1037/A0013082>
- The European Commission. (2019). Key competences for lifelong learning - Publications Office of the EU. *European Union*, 1–20.
<https://doi.org/10.2766/291008>
- Webb, N. L. (2002). Depth-of-Knowledge Levels for Four Content Areas, 1–23.
- Weinstein, Y., Nunes, L. D., & Karpicke, J. D. (2016). On the placement of practice questions during study. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 22(1), 72–84. <https://doi.org/10.1037/XAP0000071>