



Què funciona en educació?

Evidències per a la millora educativa

18

setembre de 2020

Què sabem sobre l'efectivitat de les tecnologies digitals en l'educació?

Mireia Usart Rodríguez

El context actual de pandèmia ens obliga a la virtualització d'una gran part del procés d'ensenyament-aprenentatge, i, alhora, fa més urgent la necessitat d'evidències sobre l'impacte de l'ús de les tecnologies digitals en l'educació (des d'infantil a secundària). Molts estudis arreu han revisat el paper d'aquestes tecnologies en contextos educatius diversos, en termes d'efectivitat (millora en l'aprenentatge, desenvolupament de competències, motivació...) i dels factors clau necessaris per implementar-les (rol del docent, base pedagògica, tipologia d'eines...). Aquesta revisió aporta evidències relatives a propostes d'aprenentatge amb ús de tecnologies digitals que volen donar una resposta clara a les necessitats actuals de l'educació en el nostre país.

“Durant massa temps l'educació s'ha basat en inèrcies i tradicions; i els canvis educatius, en intuïcions o creences no fonamentades. El moviment ‘Què funciona’ irromp en el món de l'educació amb un objectiu clar: promoure polítiques i pràctiques educatives basades en l'evidència. Ivàlua i la Fundació Bofill s'alien per fer avançar aquest moviment a casa nostra.”



Què funciona en educació?

Evidències per a la millora educativa

Què sabem sobre l'efectivitat de les tecnologies digitals en l'educació?



Mireia Usart Rodríguez

Doctora en educació i tecnologies digitals. Investigadora postdoctoral al grup de recerca ARGET en l'àmbit de les tecnologies educatives i la competència digital. Professora de la Facultat de Pedagogia de la Universitat Rovira i Virgili.

Motivació

Segons el que estableixen els articles 58 i 59 de la LEC (Llei 12/2009, del 10 de juliol, d'educació) i l'article 53.1 de l'Estatut d'autonomia de Catalunya, tant en l'educació primària com en l'educació secundària obligatòria, els alumnes han de desenvolupar en el nivell adequat les competències necessàries per a l'ús de les tecnologies digitals [1]. A més a més, la maduresa digital és un element definidor del desenvolupament d'un país que no només s'aconsegueix amb infraestructures tecnològiques avançades, sinó també amb ciutadans digitalment competents [2].

L'ús generalitzat de les tecnologies digitals està present en tots els àmbits de desenvolupament social de les persones; i la implementació de les tecnologies digitals en els contextos educatius no n'és una excepció. La transformació social cap a la digitalització produeix nous beneficis i oportunitats. Tot i així, el ràpid desenvolupament de la tecnologia educativa no evita que molts infants en edat escolar encara no tinguin una connexió a Internet a casa, cosa que els posa en un desavantatge pel que fa a l'elaboració dels deures, l'accés a recursos en línia i el desenvolupament de la seva competència digital ciutadana [3].

D'altra banda, està clar que l'ús docent de les tecnologies digitals a l'aula ha augmentat els darrers anys, però potser no d'una manera constant. A tall d'exemple, a la Unió Europea les ràtios d'alumnes per ordinador connectat a Internet es van reduir

a la meitat entre els anys 2006 i 2012, però el nombre de docents d'ensenyament secundari obligatori que va admetre que utilitzava la tecnologia en el 50 % o més de les seves classes no va augmentar significativament, i és difícil que arribi a més del 20 % de mitjana [4]. Aquesta xifra contrasta amb el fet que el 90 % d'aquests professors fa servir algun tipus de tecnologia digital a l'aula, de la qual cosa s'infereix que el paradigma predominant continua relacionant l'ús de la tecnologia educativa amb la mera presentació unidireccional de continguts.

Amb el tancament dels centres educatius el 13 de març del 2020 a causa de la pandèmia sanitària, s'han fet evidents les dues circumstàncies que han condicionat poder atendre l'alumnat de manera no presencial: l'escletxa digital i l'insuficient desenvolupament de la competència digital de docents i alumnes. Les principals mesures paliatives aprovades de manera urgent pel Departament d'Educació de la Generalitat anaven orientades en aquest sentit. Convindria que tot el que aprenem d'aquest context d'emergència serveixi també per repensar l'aprenentatge quan acabi la crisi sanitària [5,6].

Convindria que tot el que aprenem d'aquest context d'emergència serveixi també per repensar l'aprenentatge quan acabi la crisi sanitària.



L'OCDE [7,8] considera que s'està avançant envers la creació d'ambients d'aprenentatge apropiats, i això ha de portar a l'educació desitjada per a l'any 2030. Així, doncs, un espai d'aprenentatge no correspon només a un lloc físic específic; també els espais virtuals tenen impacte en l'aprenentatge, perquè promouen el debat, la col·laboració i l'exploració que s'estableix dins una relació educativa d'aquest caire [9]. Per tant, la incorporació de les tecnologies digitals en educació al nostre país ha de tenir molt present el que diuen les evidències, i la revisió que aquí presentem s'enfoca a omplir aquest buit.

En quins programes ens fixem per entendre l'impacte de l'ús de les tecnologies digitals en l'educació?

Durant les darreres dècades, s'ha acumulat prou base científica sobre l'ús de les tecnologies digitals, no només en entorns a distància, sinó també presencials i híbrids. Malgrat això, la majoria de textos científics se centren en els efectes de la tecnologia en l'educació superior, i ha estat més difícil trobar evidències a secundària, primària i educació infantil, contextos en els quals centrem la nostra anàlisi. A més a més, tot i la quantitat d'evidència existent, és notable la manca d'estudis d'impacte a Catalunya i en entorns propers. És important explicar que la definició de tecnologies digitals tal com se cita a la majoria de fonts consultades s'entén com la varietat d'eines i aplicacions digitals que ajuden a proporcionar materials d'aprenentatge i donen suport als processos d'aprenentatge a l'aula, tant per a docents com per a alumnes.

Hi ha una gran diversitat de possibilitats a l'hora d'implementar les tecnologies digitals en l'àmbit escolar. També els factors clau que contribueixen a l'èxit d'aquesta implementació són diversos i impliquen des de l'administració fins a les famílies. Tots aquests factors han estat estudiats per la literatura especialitzada del camp i resumits en aquest document. Ara bé, cal tenir en compte que les definicions

equívocues i incoherents, com també l'existència de diversos tipus de tecnologies digitals, poden conduir a falses generalitzacions de l'eficàcia de la tecnologia en l'educació [10].

Les definicions equívocues i incoherents, com també l'existència de diversos tipus de tecnologies digitals, poden conduir a falses generalitzacions de l'eficàcia de la tecnologia en l'educació.



Aquesta revisió inclou intervencions educatives que incorporen l'ús de les tecnologies digitals en diferents àrees (matemàtiques, llengua, ciències...) i a diferents nivells educatius (infantil, primària, secundària obligatòria i postobligatòria), i també aquelles que parlen d'estratègies o eines digitals concretes. Les referències analitzades estudien tant l'efectivitat de les modalitats presencials amb ús de tecnologies digitals com els programes de modalitat mixta (o híbrida), i també aquelles que són totalment en línia, encara que en molt menor grau, a causa de la manca d'evidència per a nivells educatius preuniversitaris.

La revisió de literatura que fonamenta aquest informe presenta un ampli ventall d'experiències i evidències pràctiques. Cal tenir present que, tal com diuen diversos autors i autores [10] [11], la varietat de modalitats, models i estratègies implicades comporta una dificultat afegida a l'hora d'entendre d'una manera unívoca l'impacte dels elements clau que poden portar a l'èxit dels programes avaluats. A més a més, tot i que parlarem de l'efectivitat de diferents eines digitals, és difícil trobar metaanàlisis que estudiïn la validesa d'eines concretes. Les intervencions objecte d'estudi s'estructuren de la manera següent:

- **Modalitat de virtualització:** segons el grau de virtualització del programa, que pot ser totalment presencial, amb més o menys ús de les tecnologies digitals, totalment virtual o en línia (els alumnes no assisteixen presencialment al centre educatiu), o bé una combinació de les dues (modalitat mixta o híbrida) [11] [12].
- **Paradigma o aproximació pedagògica subjacent:** parlem en concret del conductisme, cognitivisme, humanisme, constructivisme, connectivisme... [13] [14].
- **Estratègia educativa concreta del programa estudiat:** aprenentatge basat en jocs (ABJ), aprenentatge basat en projectes (ABP), aprenentatge basat en indagació (ABI)...
- **Eines digitals implementades:** ús de diferents maquinari i programari amb relació al model/metodologia (dispositius mòbils, robòtica, realitat virtual, realitat augmentada, sistemes de tutoria intel·ligent, *apps* educatives...).
- **Factors contextuais:** àrea d'aprenentatge, durada i intensitat de la intervenció, tipus de programes (per treballar la bretxa digital, de suport a famílies, per a necessitats especials...), rol i formació del professorat, rol de la família i entorn, factors demogràfics com ara l'edat dels estudiants, econòmics i característiques de centre davant la implantació de les tecnologies digitals.

Taula 1.

Modalitats educatives amb ús de les tecnologies digitals (TD) i la seva relació amb els paradigmes educatius, estratègies i tipologia d'eines digitals

| | | Presencial, sense ús de les TD o amb poc ús de les TD | Presencial, amb ús intensiu de les TD | Mixt o híbrid | En línia |
|-----------------------------|-------------------|---|--|--|---|
| Definició | | El procés d'ensenyament-aprenentatge (e-a) és facilitat pel docent, que fa un ús limitat en temps i freqüència de les tecnologies digitals, i centra l'acció dins l'aula. | El procés d'e-a és facilitat pel docent, que implementa les tecnologies digitals durant el curs, dins l'aula física. | El procés d'e-a té lloc tant a través del docent com de tecnologia. L'estudiant aprèn almenys una part de manera presencial i una altra fora de l'aula física (>25%), amb algun element de control dels estudiants sobre el temps, el lloc i el ritme. | Procés d'e-a que té lloc només a través de la tecnologia. Docent i alumne interactuen a distància, fora de l'aula física, i normalment es requereix connexió a la xarxa i l'ús de dispositius digitals. |
| Paradigma | | Conductisme, humanisme, cognitivisme (i teories metacognitives), constructivisme (social, mixt i en línia). | | | |
| Models i Estratègies | | ABP, ABJ, ABI, cooperatiu, col·laboratiu | ABP, ABJ, ABI, cooperatiu, col·laboratiu | FC, CSCL, ABI, ABP, ABJ | ABJ, ABP, CSCL, ABI |
| Eines | Maquinari | Dispositius físics com ara ordinadors o ús de les aules d'informàtica | Tot tipus de dispositius: ordinadors, mòbil / tauleta, pissarres interactives, projectors... | Tot tipus de dispositius: ordinadors, mòbil/tauleta, dispositius mixtos, pissarres interactives, projectors... | Dispositius facilitats pel centre (1x1) o del mateix estudiant. |
| | Programari | Es classifiquen segons el tipus de disseny instruccional i funcionalitats. | | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Programes de "pràctica i repetició", <i>quizzes</i> • Simulacions/videojocs /aplicacions gràfiques • Robòtica • Sistemes hipermèdia (RA, RV, <i>apps</i>...) | <ul style="list-style-type: none"> • Plataformes digitals d'aprenentatge • Sistemes de tutoria • Sistemes de tutoria intel·ligents (bots) | | |

Font: Elaboració pròpia a partir de Means *et al.* (2013) [11]; Zheng *et al.* (2018) [15]; Delgado *et al.* (2015) [16]. ABP: aprenentatge basat en projectes. ABJ: aprenentatge basat en jocs. ABI: aprenentatge basat en indagació. CSCL: aprenentatge col·laboratiu mediat per ordinador. FC: aula inversa. RA: realitat augmentada. RV: realitat virtual. TD: tecnologies digitals.

Preguntes que guien la revisió

Les tecnologies digitals s'han introduït de manera molt heterogènia en l'educació, molts cops fent prevaldre la tecnologia en si mateixa sobre la pedagogia o les diferents necessitats educatives de l'alumnat. Aquest document de revisió al voltant de l'ús de les tecnologies digitals en educació vol aportar elements de debat, i alhora donar resposta a les preguntes següents: 1. Quina millora en l'aprenentatge dels alumnes té l'educació que utilitza tecnologies digitals? 2. Quina modalitat o grau de virtualització té un impacte més significatiu en l'alumnat? 3. Quin tipus de metodologies educatives i estratègies amb ús de les tecnologies digitals es relacionen amb una millora en termes d'aprenentatge, de millora competencial o d'aspectes actitudinals? 4. Hi ha una tipologia concreta d'eines digitals que es relacioni amb una millora important en l'aprenentatge, en termes de rendiment acadèmic, implicació i motivació? Finalment, es discuteix en quines condicions d'implementació aquestes propostes són més efectives, i quines són les implicacions pràctiques per a Catalunya.

Revisió de l'evidència

Per dur a terme la revisió d'evidències presentada en aquest document, s'han analitzat 58 referències dels darrers 10 anys; 23 d'aquestes són directament experimentals o quasiexperimentals i aporten casos d'èxit que poden ser útils pel context. Entre les 16 revisions de literatura i les 19 metanàlisis es cobreixen més de 1.600 estudis primaris d'arreu sobre els efectes de l'ús de les tecnologies digitals en l'educació primària i secundària.

Quina efectivitat tenen aquests programes, en general, sobre els resultats d'aprenentatge i altres dimensions clau identificades?

Per respondre aquesta pregunta ens hem centrat en 5 metanàlisis (vegeu la [taula 2](#)), 6 revisions de literatura i 12 experiments i quasiexperiments que avaluen l'efectivitat de les tecnologies digitals per a l'aprenentatge de manera general. L'evidència és qualificada com a extensa i s'ha incrementat els darrers anys [17] [18] [19]. Observem que les àrees de matemàtiques, ciència i llengua s'han estudiat més, històricament, amb relació a l'ús de les tecnologies digitals. Cal destacar la manca de recerca en l'àrea d'humanitats.

En general, podem afirmar que s'observa un **impacte positiu**, tot i que modest, pel que fa a l'ús de les tecnologies digitals sobre l'aprenentatge, molt semblant entre les diferents àrees de coneixement, i on **la formació dels docents en tecnologia hi juga un paper fonamental** [19] [21]. L'impacte s'ha mantingut positiu al llarg del temps, des dels anys vuitanta fins ara, quan l'impacte positiu comença a ser més elevat (vegeu la [taula 2](#)). Les tecnologies digitals també contribueixen a l'augment de les actituds positives en l'etapa de primària i secundària respecte d'àrees concretes, com ara les matemàtiques i les ciències [18] [21]. Tot i així, hi ha molts factors implicats que dificulten l'elaboració de propostes específiques si no analitzem la tipologia de tecnologies més en detall.

S'observa un impacte positiu, tot i que modest, pel que fa a l'ús de les tecnologies digitals sobre l'aprenentatge.



Pel que fa als estudis que avaluen els resultats generals de proves internacionals, com ara PISA o TIMMS, ens donen informació molt útil sobre l'ús que fa l'alumnat de les tecnologies digitals en general. S'hi pot veure que ni les actituds dels estudiants cap a les tecnologies digitals, ni el temps d'ús, ni l'accés a aquest tipus de tecnologies influeixen en la millora de l'aprenentatge. En canvi, la freqüència d'ús de les tecnologies digitals sí que és un factor clau per a la millora en l'aprenentatge [22] [23]. La quantitat d'ús de les tecnologies digitals, tant a les escoles com a la llar, no és un predictor de la millora de l'aprenentatge.

La quantitat d'ús de les tecnologies digitals, tant a les escoles com a la llar, no és un predictor de la millora de l'aprenentatge.



Per a l'àmbit de la **llengua**, l'evidència s'ha centrat sobretot en el procés de lectoescriptura, i s'han trobat millores estadísticament significatives, tot i que, de nou, molt heterogènies, sobretot en educació

infantil i primària i, concretament, en competències bàsiques i de lectura [20] [24] [25]. L'ús de les tecnologies digitals generalment té un efecte més positiu en l'aprenentatge de la llengua que els enfocaments tradicionals.

L'ús de les tecnologies digitals generalment té un efecte més positiu en l'aprenentatge de la llengua que els enfocaments tradicionals.



Pel que fa a les **matemàtiques**, podem dir que formen un binomi d'èxit amb les tecnologies digitals. Tant a primària com a secundària, les tecnologies digitals aporten una millora estadísticament significativa en l'aprenentatge, però no representen un avenç espectacular [17] [18]. Tot i que els resultats positius es troben en tots els nivells educatius [19], hi ha menys evidència centrada en educació infantil, encara que els estudis que en parlen hi troben un impacte positiu [26]. Els estudis centrats només en educació primària avaluen grups menys nombrosos i cal anar amb cura a l'hora de treure'n conclusions en comparació amb els resultats de secundària. Els estudis centrats a secundària conclouen que l'ús de les tecnologies digitals té un efecte positiu en els resultats d'aprenentatge i en les actituds dels estudiants [19].

Taula 2.

Resultats de les metanàlisis que mesuren l'efectivitat de l'ús de les tecnologies digitals en entorns educatius respecte d'aquells que no les utilitzen

| Outcomes relatius a la dimensió acadèmica de l'alumnat | | | | | | |
|--|--------------------|---------------------------|-----------------------|--|--|------------------------------------|
| Referència (data) | Dates dels estudis | Nombre d'estudis inclosos | Nivell educatiu | Tipus de tecnologia o intervenció | Resultats | Magnitud de l'efecte |
| Cheung <i>et al.</i> (2012) [18] | 2000-2010 | 74 | Primària i secundària | Intensitat d'ús del maquinari | Millors resultats d'aprenentatge en matemàtiques | EP g=0,15 p<,01 |
| Cheung <i>et al.</i> (2013) [20] | 2000-2010 | 84 | Primària i secundària | Nivell d'implementació de la TD | Millors resultats de lectura | EP g=0,16 p<,01 |
| Grynszpan <i>et al.</i> (2014) [27] | 1998-2013 | 22 | Primària | Intervencions innovadores amb TD (robòtica, realitat virtual...) | Millor aprenentatge en diferents matèries d'estudiants amb autisme | EM d=0,47 p<,01 |
| Hershkovitz <i>et al.</i> (2018) [21] | 2014-2016 | 7 | Tots | Programes 1x1 a l'aula i en línia | Relació docent-estudiant Milloren els resultats finals d'aprenentatge | EP d=0,36 p<,05 |
| Hillmayr <i>et al.</i> (2020) [19] | 2000-2018 | 108 | Secundària | Ús de les TD a l'aula i formació docent en TD | Rol de la formació docent Millor aprenentatge matemàtiques i ciència Millor actitud estudiants | EM g=0,65 p<,01 g=0,45 p<,05 |

Font: Elaboració pròpia. TD: tecnologia digital. La durada dels programes és variable i no s'indica en la majoria d'estudis. L'efecte de mida de les metanàlisis reporta la diferència estandarditzada de mitjanes: g = estimador de Hedges; d = estimador de Cohen. La magnitud de l'efecte s'expressa com a: efecte petit (EP): 0,2; efecte mitjà (EM): 0,5; efecte gran (EG): 0,8.

Quina modalitat o grau de virtualització té un impacte més positiu en educació?

La recerca sobre les diferents modalitats va començar mesurant les diferències entre els programes educatius en línia i els híbrids, en contraposició amb aquells presencials que no feien ús de les tecnologies [28]. Tot i així, el consens actual sobre la viabilitat de l'educació totalment en línia ha permès anar més enllà de la comparativa i avançar cap a l'estudi de les diferències concretes dins les modalitats digitals [29]. Sis metanàlisis i una revisió sistemàtica concreten aquesta part d'evidència (vegeu la [taula 3](#)).

La modalitat **mixta o híbrida** (aquella que combina l'aprenentatge presencial i a distància) és la que presenta més evidències per als nivells de primària i secundària, tot i que alguns estudis centrats en programes totalment en línia [29] ens aporten algunes lliçons aplicables en el context actual de pandèmia.

Les conclusions de les metanàlisis i de les revisions suggereixen una efectivitat global en termes d'aprenentatge de la modalitat mixta sobre la modalitat presencial. La gran variabilitat de resultats, però, indica que aquesta efectivitat depèn del context i de la manera com s'aplica el model: la introducció de la modalitat mixta demana un replantejament del disseny instruccional, com també una inversió en temps i esforç addicionals cap a un enfocament més actiu i centrat en l'alumnat. La modalitat mixta millora els resultats d'aprenentatge, combinant els avantatges de la modalitat presencial i la modalitat en línia. A tall d'exemple, permet incloure materials d'instrucció més autèntics i variats, i també activitats d'aprenentatge innovadores.

Aquesta modalitat, però, també combina els desavantatges d'ambdós: **els estudiants solen tenir més dificultats amb la gestió del temps, l'autoregulació de l'aprenentatge o la complexitat de les tasques** [30].

Les conclusions de les metanàlisis i de les revisions suggereixen una efectivitat global en termes d'aprenentatge de la modalitat mixta sobre la modalitat presencial.



L'efectivitat de la modalitat mixta també està influenciada per la mesura en què l'activitat és sincrònica. Aquestes activitats ofereixen una espontaneïtat alta, permeten un sentiment de cohesió entre els estudiants i promouen la col·laboració; però, alhora, l'alumnat, en alguns casos, se sent pressionat a respondre sense tenir temps per reflexionar o indica que té més problemes tècnics que quan l'activitat és asíncrona. El disseny asíncron és el que ofereix major flexibilitat pel que fa a la ubicació i el temps, i, a més a més, permet una implicació de l'estudiant més reflexiva [11] [12].

El disseny asíncron és el que ofereix major flexibilitat pel que fa a la ubicació i el temps, i, a més a més, permet una implicació de l'estudiant més reflexiva.



L'Aula inversa: una moda o un model realment efectiu?

Dins la modalitat híbrida trobem un dels models més estesos: la classe o aula inversa [12]. El docent facilita els continguts d'una manera anticipada a la classe,

mitjançant vídeos enregistrats prèviament, i passa el temps de classe submergint els estudiants en activitats que impliquen col·laboració i interacció [31], de manera que canvia el ritme d'aprenentatge, l'estil i el nivell de dificultat al qual els estudiants estan acostumats. Darrerament, molts estudis han investigat la implementació efectiva d'aquest model en una gran varietat d'assignatures i nivells educatius, tot i que el gruix de recerca se centra en l'educació superior.

En el model d'aula inversa, les tecnologies digitals ajuden proporcionant *feedback* més ràpidament, fet que comporta una major satisfacció dels estudiants. Les eines d'ajuda són més efectives que no pas les eines basades en l'assaig i error [25]. Tot i així, els resultats de les metanàlisis centrades en l'educació secundària indiquen una millora discreta dels resultats d'aprenentatge, que és independent de la durada de la intervenció, però està relacionada amb l'àrea de coneixement: per planificar correctament l'aula inversa, cal tenir en compte que aquest model no és adient en àrees de caire aplicat com els relacionats amb l'arquitectura i l'enginyeria. A més a més, si el contingut concret requereix una interacció freqüent o un aprenentatge molt pràctic, els estudiants podrien quedar bloquejats durant l'aprenentatge que es produeix abans de les activitats de classe [32].

En el model d'aula inversa les tecnologies digitals ajuden proporcionant *feedback* més ràpidament, fet que comporta una major satisfacció dels estudiants.



No podem tancar aquest apartat sense parlar de la modalitat en línia, que, tot i ser majoritàriament implementada a nivells educatius universitaris, també s'ha utilitzat d'emergència a casa nostra en l'educació primària i secundària [6]. Aquesta modalitat s'ha popularitzat perquè proporciona un accés més flexible al contingut i la instrucció en qualsevol moment i des de qualsevol lloc. Cal diferenciar-la de la categoria més àmplia de l'ensenyament a distància, que, històricament, ha abastat cursos de correspondència, televisió educativa i videoconferència [14].

Els autors que estudien la modalitat en línia indiquen que pot ser tan eficaç com la presencial, en concret, per a l'estudi autònom, i sempre que els mètodes i les tecnologies utilitzades siguin les adequades per als objectius d'aprenentatge

Aquells entorns virtuals dissenyats per facilitar la col·laboració i la cooperació entre estudiants són els més efectius en termes d'aprenentatge, sobretot si el docent hi fa de guia.



[11] [33] [34]. Quan es comparen diferents programes en línia a secundària, es troba que aquells entorns virtuals dissenyats per facilitar la col·laboració i la cooperació entre estudiants són els més efectius en termes d'aprenentatge, sobretot si el docent hi fa de guia [29] [35]. Concretament, els estudiants de ciències a nivell de secundària es mostren satisfets amb el programa en línia i milloren l'assoliment en ciència. Tot i aquests resultats positius, els estudiants amb dificultats d'aprenentatge són els menys beneficiats [36] [37]. Tots els estudiants necessiten tenir ajuda i *feedback* constant en els entorns en línia per treure'n els resultats esperats i iniciar processos cognitius i metacognitius, més enllà de l'aprenentatge per prova i error. Els programes d'ajuda en línia, és a dir, aquells que donen suport als estudiants fora de les assignatures i hores lectives, són els més habituals quan parlem d'implementar una modalitat en línia a primària [38] [39] [40].

Els estudis que comparen les modalitats mixta i en línia indiquen que la primera aporta millors resultats en termes d'aprenentatge i motivació, menys càrrega cognitiva i menys sensació de soledat per als estudiants [11], que no pas la modalitat totalment en línia.

Taula 3.

Resultats de les metanàlisis que comparen l'efectivitat de les diferents modalitats o graus de virtualització dels entorns d'aprenentatge

| Referència (any) | Dates dels estudis | Nombre d'estudis inclosos | Nivell educatiu | Tipus de modalitat i comparativa | Resultats | Magnitud de l'efecte |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|---|--|---|
| Cook <i>et al.</i> (2008) [34] | 1990-2007 | 63 | Tots | Efectivitat de modalitat a distància respecte de la presencial | <i>Millors resultats d'aprenentatge</i> | EP g=0,12 |
| Means <i>et al.</i> (2013) [11] | 1996-2012 | 50 | Secundària | Efectivitat de modalitat en línia respecte de la presencial Efectivitat de modalitat híbrida respecte de la presencial | <i>Millors resultats d'aprenentatge</i> <i>Millors resultats d'aprenentatge</i> | EP g=0,05 g=0,35 |
| Bernard (2009) [33] | 1985-2002 | 74 | Tots | Efectivitat de modalitat a distància respecte de la presencial | <i>Millor aprenentatge en línia, dependent del tipus d'interaccions</i> | EM g=0,38 |
| Spanjers <i>et al.</i> (2015) [30] | 1985-2002 | 69 | Primària i secundària | Efectivitat de modalitat mixta respecte de la tradicional, ús de tests i quiz | <i>Més efectivitat mesurada com a resultat del post-test en la intervenció</i> <i>Més efectivitat subjectiva</i> <i>Més satisfacció dels estudiants</i> <i>Més inversió en educació</i> | EP g=0,34 g=0,27 g=0,11 g=-1,04 |
| Mahmud <i>et al.</i> (2018) [10] | 1990-2007 | 59 | Tots | Entorns mixtos respecte dels presencials Estudia els efectes en l'aprenentatge i actituds/motivació dels estudiants | <i>Ús de maquinari i programari sobre l'aprenentatge d'idioma</i> <i>Millor Resultat d'aprenentatge de l'idioma + AC/MOT</i> | EM-EG g= 0,55-3,00 g=-0,48-1,20 |
| Borokhovski <i>et al.</i> (2012) [29] | 2000-2011 | 74 | Primària i secundària | Aprenentatge en línia: Estudia el tipus d'interaccions entre agents implicats | <i>Millors resultats d'aprenentatge:</i> <i>Estudiant-estudiant</i> <i>Estudiant-docent</i> <i>Estudiant-contingut</i> | EM g=0,49 g=0,32 g=0,46 |
| Cheng <i>et al.</i> (2019) [32] | 2013-2016 | 55 (115)* | Primària i secundària | Estudia el model d'aula inversa respecte del tradicional | <i>Millors resultats cognitius</i> <i>Segons la durada de la intervenció:</i> <i>Menys d'un semestre</i> <i>Més d'un semestre</i> | EP g=0,19 g=0,35 g=0,15 |

Font: Elaboració pròpia. TD: tecnologies digitals. FC: aula inversa. PR: presencial. BL: modalitat mixta. OL, modalitat en línia. AC: actituds. MOT: motivació. Tots: des de primària fins a universitat. Millor aprenentatge: mesures variades d'aprenentatge com a nota final. GPA o notes estandarditzades de diferents assignatures i cursos. L'efecte de mida de les metanàlisis reporta la diferència estandarditzada de mitjanes: g = estimador de Hedges; d = estimador de Cohen. La magnitud de l'efecte s'expressa com: a efecte petit (EP): 0,2; efecte mitjà (EM): 0,5; efecte gran (EG): 0,8.*: nombre d'estudis (nombre d'efectes de mesura).

Totes les modalitats que comporten un ús intensiu de les tecnologies digitals presenten, doncs, grans reptes per als centres: canvis en horaris, tasques docents i disseny d'activitats. També per als alumnes els canvis són importants i cal tenir-los en compte: la implementació de modalitats híbrides i en línia, sobretot a primària, han de donar temps suficient als estudiants per adaptar-se al canvi que suposa, un temps, d'altra banda, que a vegades supera la intervenció en si (entre 5 i 12 setmanes) que presenta la majoria dels programes revisats. Tots aquests factors obliguen a valorar fins a quin punt cal implementar una modalitat no presencial, llevat que sigui per un cas d'emergència, com ha estat el confinament, que ha tingut lloc a 108 països de tot el món [6].

Quines estratègies d'aprenentatge amb tecnologies digitals són més efectives?

L'estratègia relacionada amb l'ús de les tecnologies digitals que presenta més fonts d'evidència és l'**aprenentatge basat en jocs** (ABJ). Els estudis que n'estudien l'efectivitat (vegeu la [taula 4](#)) mostren una relació positiva d'aquesta estratègia amb els resultats d'aprenentatge, en concret, si s'aplica amb una base pedagògica cognitivista amb interacció, millora l'adquisició de continguts [13] [41] [42], competències i la implicació dels estudiants [43]. En canvi, l'increment en motivació i retenció no és tan elevat [13] [43]. L'ABJ a primària és més efectiu que a secundària, i també els jocs individuals més que no pas els multijugador [42]. Finalment, aquesta estratègia és més efectiva quan fa servir videojocs en lloc de simulacions i mons virtuals [44]. Els estudiants de primària i secundària troben aquesta metodologia útil per aprendre matemàtiques, ciències socials i vocabulari. A més, se senten motivats a fer-ho. Tot i això, cap evidència indica que els jocs siguin l'estratègia adient per a totes les situacions educatives [13].

L'estratègia relacionada amb l'ús de les tecnologies digitals que presenta més fonts d'evidència és l'aprenentatge basat en jocs.



També l'estratègia anomenada

aprenentatge col·laboratiu mediat per ordinador (CSCL) presenta un ampli cos d'estudi, tot i que l'evidència no universitària és molt limitada, i se centra en activitats extraescolars [26] [45]. Els principals resultats positius d'aquesta estratègia es troben en l'aprenentatge de les ciències i en assignatures STEM, i sempre que es proporcioni una clara orientació i suport constant als estudiants [15].

L'**aprenentatge basat en projectes** (ABP), juntament amb els enfocaments col·laboratiu i cooperatiu d'aprenentatge, ha estat també nucli d'estudi en el camp de l'educació amb tecnologies digitals. La col·laboració i cooperació explícites milloren la interacció estudiant-estudiant en les modalitats en línia, en comparació amb altres estratègies que no faciliten explícitament aquesta interacció. La relació entre estudiants i continguts també millora, encara que de manera no significativa [29].

Finalment, cal fixar-nos en l'**aprenentatge basat en la indagació** (ABI). L'evidència a primària i secundària indica que és una estratègia molt utilitzada en modalitats mixtes i en línia [14] [46] per treballar assignatures STEM [47]. Aquesta estratègia està relacionada amb el concepte de comunitats d'indagació (CoI) [24] [48] [49]. Dins d'aquestes comunitats, proporcionar als estudiants objectius clars del curs,

temari, dates previstes, retroalimentació puntual i ajudar-los a col·laborar de manera efectiva amb els seus companys de classe els permet desenvolupar interaccions productives tant amb contingut com amb altres estudiants, fet que ajuda a la construcció conjunta de coneixements [24].

Taula 4.
Resultats de les metanàlisis que avaluen estratègies i eines digitals

| Referència (any) | Dates dels estudis | Nombre d'estudis inclosos | Nivell educatiu | Tipus d'eina o estratègia | Resultats | Magnitud de l'efecte |
|---|--------------------|---------------------------|--------------------------|---|---|---|
| Wouters <i>et al.</i> (2013) [41] | 1990-2012 | 39 | Tots | Jocs Educatius (estratègia ABJ) | Millors puntuacions finals de curs Millor retenció Millor motivació | EP d=0,29 d=0,36 d=0,26 |
| Merchant <i>et al.</i> (2014) [44] | Fins 2012 | 69 | Tots | Estudi dels diferents tipus d'eines en l'estratègia ABJ | Millors resultats d'aprenentatge en: Jocs Educatius Simulacions Mons virtuals | EM g=0,51 g=0,4 g=0,36 |
| Huang (2018) [51] | 2011-2018 | 30 (34)* | Secundària i universitat | Estudia l'ús de les xarxes socials amb relació als resultats d'aprenentatge | Millors resultats d'aprenentatge segons: Ús de les xarxes socials Temps d'ús Freqüència d'ús | EP r = -,07 r = -,06 r = -,01 |
| Jeong <i>et al.</i> (2019) [45] | 2010-2018 | 143 | Tots | Examina l'impacte del CSCL en l'educació STEM | Millors resultats d'aprenentatge en STEM | EM g=0,49 |
| Steenbergen-Hu & Cooper (2013) [37] | 1997-2011 | 26 (34)* | Primària i secundària | STI Matemàtiques STI vs. PR | Millors resultats d'aprenentatge en matemàtiques | EP g=0,05** |
| Fang <i>et al.</i> (2018) [52] | 2005-2015 | 15 (24)* | Secundària i universitat | Sistema de tutoria intel·ligent (ALEKS) comparat amb presencial | Millor aprenentatge de les matemàtiques | EP g=0,10 p<,05 |
| Xu <i>et al.</i> (2019) [53] | 2000-2018 | 19 (88)* | Primària i ESO | Sistemes de tutoria intel·ligent comparats amb altres tipus de tutories | Millor comprensió lectora: General STI vs. Tutor humà en línia STI vs. Tutor a l'aula | EG g=0,60 g=0,20 g=0,86 |
| Donnelly-Hermosillo <i>et al.</i> (2020) [54] | 1980-2018 | 13 | Primària i secundària | Tecnologies de representació gràfica en estratègies IBL | Millora en generació d'hipòtesis, prediccions, anàlisi i interpretació de dades i reflexió | EM g=0,59** (0,55-0,62) |
| Tsai & Tsai (2020) [42] | 2000-2018 | 26 | Primària i ESO | Estratègia ABJ respecte de la tradicional i tipus de jocs per nivell educatiu | Millora l'adquisició de coneixement científic: Primària ESO Individual Multijugador | EG g=0,68 g=0,51 g=0,75 g=0,49 |

Font: Elaboració pròpia. ABJ: aprenentatge basat en jocs. RA: realitat augmentada. SLR: revisió sistemàtica de literatura. STI: Sistemes de tutoria intel·ligents. IBL: aprenentatge basat en indagació. Tots: de primària a universitat. Millor aprenentatge: mesures variades d'aprenentatge com a nota final, GPA o notes estandarditzades d'assignatures i cursos. L'efecte de mida de les metanàlisis reporta la diferència estandarditzada de mitjanes: g = estimador de Hedges; d = estimador de Cohen; o alternativament amb r = coeficient de correlació mitjà. La magnitud de l'efecte s'expressa com a: efecte petit (EP): 0,2; efecte mitjà (EM): 0,5; efecte gran (EG): 0,8.*: nombre d'estudis (nombre d'efectes de mesura). **no reporta nivell de significativitat (p), sinó intervals.

Hi ha una tipologia d'eines o de recursos didàctics digitals que es relacioni amb un millor aprenentatge?

Els avenços tecnològics proporcionen eines digitals diferents segons el tipus de disseny instruccional i el seu impacte sobre l'aprenentatge és també divers [17] [50]. Les *apps*, juntament amb els videojocs, són les eines més estudiades en revisions sistemàtiques [55]. Altres eines estudiades, i sobre les quals parlarem tot seguit, són la realitat virtual i la realitat augmentada, eines col·laboratives i d'avaluació i suport, incloent-hi les d'intel·ligència artificial i xarxes socials (vegeu la taula 5).

Per a qualsevol eina digital, un contingut excessivament difícil pot conduir ràpidament a la pèrdua d'interès i motivació dels estudiants [39].

Per a qualsevol eina digital, un contingut excessivament difícil pot conduir ràpidament a la pèrdua d'interès i motivació dels estudiants.



Taula 5.
Eines digitals incloses en la revisió d'evidència

| Dispositius o maquinari | Eines digitals o programari | Permeten |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ordinador • Mòbil/tauleta • Dispositius mixtos • Robots i joguines robòtiques • Pissarres interactives • Equipaments multimèdia | <ul style="list-style-type: none"> • Plataformes/webs/laboratoris virtuals... • Videojocs, simulacions... • Sistemes de tutoria intel·ligents i bots socials • Xarxes socials i espais per a CSCL • Realitat virtual • Realitat augmentada • Aplicacions mòbils (<i>apps</i>) • <i>Software</i> de dibuix/gràfics • Tecnologies de disseny 3D* | <ul style="list-style-type: none"> • Adquisició /intercanvi d'informació • Adquisició/pràctica de competències • Retroalimentació, reflexió • Motivació/implicació • Col·laboració, competició • Creació conjunta de coneixement • Avaluació |

Font: Elaboració pròpia, basada en Zheng *et al.* (2018) [15]; Cheung & Slavin, (2012) [18]; Mahmud (2018) [10]; Huang (2018) [51]; Jia *et al.* (2013) [25]. * Aquestes darreres són molt concretes i no en tenim evidència clara.

Troblem pocs estudis d'impacte que explorin l'acceptació tecnològica dels nens i nenes sobre les aplicacions i tecnologies mòbils, i encara menys que estiguin centrats en els resultats d'aprenentatge que comporta el fet d'utilitzar-les. Tot i així, les tauletes tenen un lloc important en el camp de l'educació per la seva maniobrabilitat, baix cost i atractiu per als estudiants [56] [57]. Permeten escriure a la pantalla amb un bolígraf digital, i resulten adequades per a l'aprenentatge de la cal·ligrafia, la qual cosa proporciona un entorn d'aprenentatge útil per als escriptors inicials [57]. Però les pressions normatives i les motivacions intrínseques sobre l'ús de les tecnologies d'aprenentatge mòbil en l'educació primària podrien jugar en contra de la seva implementació [58].

Requadre 1.

Un exemple d'intervenció amb tauletes, concretament amb una *app* multilinguatge per aprendre matemàtiques adreçada a edats primerenques: Onebillion [59]

Onebillion: una *app* per a l'aprenentatge de matemàtiques i llengua en infants

Aquesta iniciativa proporciona les competències bàsiques de matemàtiques, lectura i anglès a nens i nenes amb risc d'exclusió. Ho fa amb solucions educatives tecnològiques, concretament *apps*, que permeten reduir costos i arribar a molts infants.

Es basen en el fet que les *apps* de matemàtiques educatives, disponibles en diversos idiomes, són cada cop més populars. D'altra banda, les evidències emergents demostren els avantatges de les aplicacions de matemàtiques per ajudar al desenvolupament matemàtic dels nens i les nenes.

Per entendre "què funciona" en l'ús d'aplicacions de matemàtiques, hem de tenir en compte factors que poden afectar els resultats, inclosa la competència dels nens i les nenes en l'idioma d'aprenentatge.

En aquest projecte, els professors van començar amb l'aplicació inicial Mates 3-5 i després es van traslladar a l'aplicació més avançada Mates 4-6.

Resultats: Els alumnes que van utilitzar Onebillion van avançar tres mesos addicionals en matemàtiques en comparació amb el grup de control.

L'avaluació formativa suggereix que l'impacte del programa podria estar influenciat per la quantitat de suport pedagògic donat als alumnes durant les sessions d'intervenció. Els alumnes tenien millors resultats quan els supervisaven els docents (que pensaven que el seu paper era ensenyar conceptes quan els estudiants tenien dificultats).

Els tutors van informar que els alumnes gaudien més de l'aplicació Mates 3-5 i necessitaven menys suport pedagògic per utilitzar-la.

Es necessita més informació sobre **la naturalesa del suport pedagògic que funciona millor en sessions de l'*app*** i sobre els efectes en la millora de matemàtiques d'alumnes amb dificultats.

Més informació:

Pàgina web del projecte Onebillion: <https://onebillion.org/>

Exemples d'avaluacions experimentals aplicades a aquest programa:

Outhwaite, L. A., Faulder, M., Gulliford, A., i Pitchford, N. J. (2019). "Raising early achievement in math with interactive apps: A randomized control trial". *Journal of Educational Psychology*, 111(2), p. 284-298. [60]

Outhwaite, L. A., Gulliford, A., i Pitchford, N. J. (2020). "Language counts when learning mathematics with interactive apps". *British Journal of Educational Technology*. doi:10.1111/bjet.1291 [61]

Dins la modalitat mixta, les eines que faciliten la interacció entre iguals de manera significativa són: missatgeria, blogs i fòrums [62]; també eines digitals tan utilitzades com els tests i qüestionaris autoadministrats tenen un efecte positiu

Els tests i qüestionaris autoadministrats tenen un efecte positiu en l'assoliment i l'atracció dels estudiants en contextos híbrids.



en l'assoliment i l'atracció dels estudiants en contextos híbrids. En concret, les eines més efectives són les que permeten fer preguntes en línia o tests integrats en vídeos (*Quizzes, Socrative...*). En canvi, l'ús de *Facebook* i d'altres xarxes socials presenta resultats negatius: l'ús de xarxes socials no està directament vinculat a millores en l'aprenentatge [51].

Dins d'entorns tant híbrids com en línia, hi trobem una altra eina efectiva en termes d'aprenentatge, però que, sobretot, ajuda a augmentar la presència i el *feedback* docent: els **sistemes de tutoria intel·ligents** (STI). En les àrees de matemàtiques i llengua [37] [52] [53] representen una opció viable per proporcionar una formació constant i accessible en poblacions disperses geogràficament que, d'altra manera, no podrien arribar a l'ajuda docent. Combinades amb les **eines de representació gràfica** (aquelles que permeten representar de manera visual i matemàtica resultats numèrics, com ara *Geogebra*) milloren els resultats d'aprenentatge [19]. De fet, les eines de representació gràfica milloren l'aprenentatge en termes de competències matemàtiques i científiques en comparació amb entorns que no fan servir aquest tipus de programari. Mitjançant un *feedback* immediat ajuden a generar hipòtesis i prediccions, recopilar, analitzar i interpretar dades, i reflexionar-hi, i, per tant, són adients en estratègies ABI i per a matèries STEM [54].

Requadre 2.

Un exemple de Sistema de tutoria intel·ligent (STI) per a matemàtiques a secundària: ALEKS [52]

ALEKS (sistema de tutoria intel·ligent basat en la teoria dels espais d'aprenentatge, creat per l'editorial McGraw Hill)

ALEKS (Avaluació i aprenentatge d'espais de coneixement) és un sistema d'avaluació i aprenentatge web amb intel·ligència artificial. Utilitza interrogatoris adaptatius per determinar de manera ràpida i precisa el que un estudiant sap i no sap d'un tema. ALEKS instrueix l'alumne sobre els temes que està preparat per aprendre. A mesura que l'estudiant treballa a través d'un curs, l'avalua periòdicament per assegurar l'aprenentatge significatiu dels temes apresos. Pel que fa a l'avaluació, evita preguntes de selecció múltiple. També proporciona els avantatges d'una instrucció individual, asíncrona i ubíqua, accessible des de pràcticament qualsevol ordinador connectat a Internet.

Resultats de recerca:

ALEKS no té cap efecte negatiu, i **té un efecte positiu molt petit sobre l'aprenentatge dels estudiants, en comparació amb altres tipus d'instruccions.** ALEKS va ser **més efectiu quan es va utilitzar durant un semestre en comparació amb un curs escolar complet.** De la mateixa manera, va ocórrer com a suport i com a eina principal [52]. El STI en l'aprenentatge matemàtic dels estudiants de primària i secundària no va tenir cap efecte en l'aprenentatge matemàtic dels estudiants amb relació a la instrucció regular a l'aula [37]. Els estudiants, en general, es van beneficiar més de l'ús del STI que no els seus companys amb rendiment baix, cosa que qüestiona el potencial del STI en aquests casos.

Més informació:

Pàgina web del projecte ALEKS: <https://www.aleks.com>

Exemples d'avaluacions experimentals aplicades a aquest programa:

Fang, Y., Ren, Z., Hu, X. i Graesser, A.C. (2018). "A meta-analysis of the effectiveness of ALEKS on learning", *Educational Psychology*, doi: 10.1080/01443410.2018.1495829 [52]

Eines de realitat virtual i realitat augmentada: una bona opció per augmentar la motivació dels estudiants

Els *pervasive games* basats en realitat mixta (realitat i ús de realitat virtual i/o realitat augmentada) [63] amplien l'experiència del joc fora del dispositiu i la porten al món físic [26] [43]. Els anomenen com a part de les eines que cal utilitzar en la perspectiva constructivista, i Grynspan *et al.* [27] mesura la seva efectivitat en nenes i nens amb trastorns de l'espectre autista.

La realitat augmentada (RA) [46] ajuda a la **participació activa i fa que l'aprenentatge sigui més immersiu** [50]. La RA educativa se centra, principalment, a proporcionar informació addicional sobre temes d'interès, mitjançant jocs i experiments. Tot i la quantitat de pràctiques existents, manca qualsevol evidència per poder estudiar la potencialitat de la RA en educació primària [50].

La combinació de RA i de l'estratègia ABJ a través de dispositius mòbils permet integrar entorns del món real amb contingut digital dinàmic i interactiu. La ciència i les ciències socials són els àmbits educatius on més s'ha aplicat la RA a primària. Per a l'aprenentatge STEM ofereix activitats d'exploració i simulació basades en mecanismes de descobriment, tot i que poques proporcionen ajuda als estudiants. Els principals avantatges de les experiències d'aprenentatge basades en jocs amb RA són: la millora del coneixement, la motivació, la interacció i la col·laboració. Els estudiants poden millorar el seu rendiment a causa d'actituds positives i de la motivació envers el procés d'aprenentatge. La majoria dels estudis hi troben efectes positius, com ara l'augment de la comprensió conceptual dels estudiants, seguida dels resultats d'aprenentatge afectiu [49]. A més a més, la combinació de l'ABJ, l'ABP i la realitat virtual potencia les relacions interpersonals i l'ajuda mútua en entorns en línia [43].

Els principals avantatges de les experiències d'aprenentatge basades en jocs amb RA són: la millora del coneixement, la motivació, la interacció i la col·laboració.



Programació, robòtica i joguines robòtiques, el futur de les eines digitals a l'escola?

Hem deixat per al final aquest tipus d'eines, que tenen una part de maquinari (el robot, arduí, etc.) i una part de programari (com ara l'*Scratch*). El motiu és que, tot i la seva popularitat, hi ha encara poques metanàlisis i revisions sistemàtiques centrades en la primària i la secundària. A més a més, aquestes eines tenen un alt cost i cal una constant actualització quan s'apliquen [27].

L'evidència mostra que la robòtica educativa és una eina valuosa per al desenvolupament de les habilitats cognitives i socials dels estudiants des d'infantil.



L'evidència mostra que la robòtica educativa és una eina valuosa per al desenvolupament de les habilitats cognitives i socials dels estudiants des d'infantil. Els estudiants no es limiten a aprendre programació o aspectes relacionats amb les tecnologies; s'apliquen en diverses disciplines, des de la ciència fins a l'aprenentatge de llengües estrangeres. *Bee-bot*,¹ per exemple, s'aplica a l'educació preescolar [64] i a l'aula de primària. Quan aprenen a programar un robot, també aprenen conceptes matemàtics, lectoescriptura i arts [65], pensament lògic i resolució de problemes, i habilitats metacognitives [66].

Què cal tenir en compte per iniciar intervencions educatives amb ús de tecnologies digitals perquè siguin efectives?

S'ha fet evident que les intervencions educatives amb ús de les tecnologies digitals, tot i ser cada dia més presents a les aules d'arreu, han de presentar una sèrie de característiques concretes per tal que millorin l'aprenentatge de l'alumnat. Més enllà dels resultats exposats fins ara, cal especificar com s'implementen aquests programes en termes de pedagogia, rol docent, rol de la tecnologia, tipus d'interacció i factors temporals que cal tenir en compte. Hi ha també barreres que poden disminuir l'eficàcia de les tecnologies digitals a l'aula, com ara l'accés de l'alumnat a aquest tipus de tecnologies i la formació de tots els agents implicats. Hem vist que fer grans

1 <http://www.bee-bot.us>

inversions només en tecnologia aporta un resultat més aviat modest [16] [21] si no es tenen en compte aquests aspectes.

Es tenen en compte els paradigmes educatius clàssics en els estudis o estem construint castells a l'aire?

Malauradament, la majoria dels estudis revisats no parlen explícitament de

l'aproximació pedagògica o del para-

digma educatiu des dels quals es dissenya la intervenció [13]. En canvi, sabem que **aquesta base teòrica és clau** per a l'efectivitat de qualsevol programa educatiu que tingui en compte les tecnologies educatives.

Aquesta base teòrica és clau per a l'efectivitat de qualsevol programa educatiu que tingui en compte les tecnologies educatives.



Segons les poques revisions i metanàlisis que estudien els paradigmes educatius en entorns digitals, les estratègies ABJ són les més treballades a nivell de paradigmes educatius [13]. En concret, cal esmentar el cognitivisme i la metacognició com a aproximacions efectives a l'aprenentatge amb ús de tecnologies digitals [67] [68] (vegeu la taula 6).

El desenvolupament de processos **cognitius i metacognitius** d'alt ordre mitjançant sistemes de tutoria intel·ligents, simulacions, programació, jocs educatius, entorns d'aprenentatge col·laboratiu i realitat virtual [26], ja en educació infantil ajuda els nens i les nenes a planificar, monitoritzar, controlar i reflexionar sobre activitats matemàtiques bàsiques. Aprendre matemàtiques des d'un enfocament constructivista i fent ús de tecnologies digitals comporta millors resultats d'aprenentatge que les aules tradicionals. Si, a més a més, enriqueixim aquests entorns amb pedagogies metacognitives, obtindrem resultats positius [55]. Els estudiants han de relacionar-se activament amb el contingut de l'aprenentatge per comprendre informació nova [69] [70] des de **l'aprenentatge autoregulat**, i la seva revisió confirma el rol clau dels agents pedagògics, sobretot en entorns totalment en línia. En contextos en línia, la **presència social** és necessària per millorar els resultats d'aprenentatge i la implicació, més que no pas en entorns híbrids o presencials.

La presència social és necessària per millorar els resultats d'aprenentatge i la implicació, més que no pas en entorns híbrids o presencials.



Taula 6.
Metanàlisis que avaluen l'ús de teories pedagògiques

| Referència (any) | Dates dels estudis | Nombre d'estudis inclosos | Nivell educatiu | Tipus de modalitat i comparativa | Resultats | Magnitud de l'efecte |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|--|---|---|
| Darabi <i>et al.</i> (2013) [67] | 2000-2012 | 72 | Primària i secundària | Interacció en entorns en línia, segons el paradigma cognitivista | Millors resultats d'aprenentatge en discussions estratègiques respecte de discussions convencionals | EM d=0,50 p<,01 |
| Zhou & Lai (2019) [68] | 1995-2017 | 29 (36) | Infantil i primària | Andamiatge metacognitiu en processos educatius de cerca en línia | Estratègies d'andamiatge Millor procés de cerca Millor resultat de cerca | EM r = ,33 r = ,34 p<,001 |

Font: Elaboració pròpia. Millors resultats d'aprenentatge: mesures variades d'aprenentatge com a nota final, GPA o notes estandarditzades d'assignatures i cursos. L'efecte de mida de les metanàlisis reporta la diferència estandarditzada de mitjanes: d = estimador de Cohen; o alternativament r = coeficient de correlació mitjà. La magnitud de l'efecte s'expressa com a: efecte petit (EP): 0,2; efecte mitjà (EM): 0,5; efecte gran (EG): 0,8.

Un segon element moderador clau és el **professorat**, la seva formació en tecnologies i eines concretes [19] i, sobretot, l'ús que en faci. Concretament, la seva ajuda i *feedback* constant, tant si es fa servir de manera complementària com central, és clau perquè la persona que està aprenent no se senti sola i es motivi per continuar aprenent [4] [56]. Per a una inclusió correcta de les tecnologies a l'aula, les escoles no haurien de suposar que el professorat està preparat per utilitzar-les, sinó que han de crear activament oportunitats adequades per al desenvolupament professional. La manca de formació concreta, l'escassetat de suport tècnic i la falta de polítiques clares poden evitar que s'utilitzin regularment [56]. És fonamental que es doni un suport adequat als docents, i que la tecnologia s'integri de manera natural en l'aproximació pedagògica del centre [71]. Com a factors interns, la literatura ressalta creences, actituds i expectatives dels docents cap a les tecnologies digitals [24] [55] [72].

Un altre factor clau en l'ús de les tecnologies digitals és el **suport entre iguals i la col·laboració en línia** [29]. Aquells entorns dissenyats intencionalment perquè els estudiants interactuïn tenen resultats molt més positius en termes d'aprenentatge.

Aquells entorns dissenyats intencionalment perquè els estudiants interactuïn tenen resultats molt més positius en termes d'aprenentatge.



Pel que fa a la **temporització**, hi ha dos aspectes clau que s'han estudiat: la sincronia i la durada dels programes. La interacció asíncrona mostra millors resultats en termes d'aprenentatge, sobretot en cursos més avançats i en fòrums [67], tot i que la sincronia ajuda a la implicació [21]. D'altra banda, les intervencions en un període de temps reduït (menys d'un trimestre) ja mostren resultats positius [73], tot i que l'esforç en temps de preparació i en inversió de mitjans i diners fa que les intervencions de menys d'un semestre no siguin viables en la majoria d'institucions.

L'esforç en temps de preparació i en inversió de mitjans i diners fa que les intervencions de menys d'un semestre no siguin viables en la majoria d'institucions.



Finalment, cal parlar també de l'accés a les tecnologies digitals com a factor mediador entre aquestes tecnologies i l'aprenentatge. Els programes 1x1 han estat cada cop més habituals a les escoles i tenen l'objectiu de proporcionar ordina-

dors portàtils a nens i nenes perquè puguin utilitzar-los a l'escola i a casa. S'han implementat en 36 països i s'han distribuït més de 2 milions d'ordinadors [74] [75]. No hi ha consens teòric ni empíric sobre si l'ordinador a casa és un factor directament relacionat amb l'assoliment acadèmic. Els estudis revisats mostren impactes tant positius com negatius. En general, no millora l'assoliment acadèmic, l'assistència a classe ni la motivació [21] [76]. En canvi, les competències cognitives sí que milloren, com també la quantitat d'ús dels ordinadors a casa, i, el més important, es modifiquen les pràctiques docents i així disminueix la bretxa digital cognitiva dels alumnes [77]. Podem concloure que l'accés a les tecnologies pels estudiants més vulnerables, que sovint van a escoles amb menys recursos, complementa el rol docent, tot i que no asseguren la millora acadèmica.

L'accés a les tecnologies pels estudiants més vulnerables, que sovint van a escoles amb menys recursos, complementa el rol docent, tot i que no asseguren la millora acadèmica.



Requadre 3.

Exemple de programa 1 × 1 als Estats Units. Lliçons apreses per a primària [74]

Aquesta recerca experimental té com a objectiu principal **donar evidència directa sobre el programa 1 × 1 als Estats Units**, mitjançant la mostra aleatòria més gran entre estudiants de 6 a 10 anys.

Resultats: El programa va augmentar substancialment l'accés i l'ús de l'ordinador des de casa, però no s'hi van veure efectes (positius ni negatius) en clau educativa, incloses les notes finals, l'assistència i les accions disciplinàries. El fet de tenir ordinador a casa sí que n'augmenta l'ús total per al treball escolar, però també per jugar, accedir a xarxes socials i altres usos lúdics. Tampoc s'hi troben efectes positius, com ara dedicar temps a obtenir ajuda en tasques, fer servir programari o altres aspectes relacionats amb la competència digital. D'altra banda, tampoc no s'hi troben evidències d'un major temps dedicat a fer deures.

Conclusions: Per als escolars dels Estats Units i, possiblement, per als d'altres països desenvolupats, els efectes educatius negatius de l'ús d'ordinadors per a jocs, xarxes socials i altres formes d'entreteniment no té gaire pes, però tampoc es fan servir per comunicar-se amb professors i escoles, ni per fer supervisió parental dels estudiants mitjançant programari concret. Per tant, cal anar amb cura amb aquest tipus d'ajudes, si no van acompanyades d'altres accions: el sol fet de tenir un ordinador amb Internet a casa no ha d'implacar *per se* millores en els resultats acadèmics per a infants amb un nivell socioeconòmic baix.

Les intervencions per reduir la bretxa digital als Estats Units i altres països no s'han de centrar només en l'ajuda per obtenir ordinadors i maquinari, sinó en l'acompanyament d'estudiants i famílies perquè sàpiguen com utilitzar aquests aparells per al procés d'ensenyament-aprenentatge.

Referències:

Fairlie, R. W., i Robinson, J. (2013). "Experimental evidence on the effects of home computers on academic achievement among schoolchildren". *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(3), p. 211-40 [74].

Fairlie, R. W., i Robinson, J. (2013). *Experimental Evidence on the Effects of Home Computers on Academic Achievement among Schoolchildren*. National Poverty Center Working Paper Series# 13-02. National Poverty Center, University of Michigan [75].

Les intervencions educatives mediades per les tecnologies digitals són igualment efectives per a tot l'alumnat?

Com hem vist, la transformació educativa cap a la digitalització produeix nous beneficis i oportunitats. Tanmateix, el ràpid desenvolupament de les tecnologies digitals s'està produint en un context de profunda i persistent desigualtat. Hi ha poca evidència sobre els col·lectius amb necessitats educatives especials (NEE). A més a més, sabem que en funció de la manera com es dissenyen els programes, com s'utilitzen i de qui pot accedir-hi, les tecnologies educatives poden alleujar o bé agreujar les disparitats existents. Si bé l'accés a dispositius digitals i a Internet és cada cop més comú, molts infants en edat escolar encara no tenen una connexió a Internet a casa, cosa que els posa en desavantatge teòric respecte de l'alumnat que sí que pot accedir a recursos en línia [3].

Els alumnes amb NEE es troben en risc d'exclusió digital. L'evidència afirma que cal involucrar-los en activitats d'aula pràctiques de lectura i escriptura mitjançant eines digitals que els estudiants ja coneixen de fora de l'escola, com ara la realitat virtual [24] [27]. En aquest col·lectiu, l'ús de les tecnologies digitals esdevé una opció per promoure la interacció i col·laboració, la qual cosa resulta en una millora de les competències de lectura i escriptura, i també en la capacitat de treballar amb d'altres [36]. En general, els programes individuals presenten resultats acadèmics menors que aquells que treballen en grups petits, i els estudiants de primària treuen més benefici que no pas els de secundària. Les matemàtiques i l'escriptura són les àrees on la millora és més evident, i la resolució de problemes, l'àrea on ho és menys.

D'altra banda, els programes amb ús de les tecnologies digitals implementats per ajudar migrats amb nivell socioeconòmic baix augmenten l'interès de l'alumnat, la seva confiança i l'interès per l'escola [36] [78]. La inclusió de tecnologies digitals en entorns amb manca d'infraestructura tecnològica i suport institucional ajuda especialment els infants més petits, reticents i amb més dificultat d'aprenentatge de l'escriptura bàsica. De fet, les eines digitals poden ajudar els estudiants en aquests contextos, en termes de presència docent i *feedback*; sense aquests elements els resultats perden significat [76] [78].

La inclusió de tecnologies digitals en entorns amb manca d'infraestructura tecnològica i suport institucional ajuda especialment els infants més petits, reticents i amb més dificultat d'aprenentatge de l'escriptura bàsica.



Resum

Si bé la implementació de tecnologies digitals a l'aula representa un repte per a tots els agents educatius, i en concret per als docents, també pot oferir l'oportunitat de millora, no només en aspectes directament relacionats amb allò digital o tecnològic, o en termes de rendiment acadèmic, sinó també en altres aspectes actitudinals dels alumnes com la motivació, la implicació i l'interès per assignatures de ciències, llengua i matemàtiques. Els aspectes col·laboratius i d'interacció entre estudiants, com també el rol de seguiment i guia docents són elements crítics quan la implementació es fa en entorns híbrids o en línia. Ara bé, per assolir aquesta implementació amb èxit, cal que tinguem en compte diferents aspectes la clau, com ara la base

pedagògica subjacent a cada intervenció, les estratègies educatives, el disseny instruccional, i els canvis necessaris tant a nivell de centres com de polítiques educatives en aspectes relacionats amb la inversió necessària en eines i tecnologies digitals. La qüestió, per tant, ja no és si la tecnologia digital hauria de tenir un lloc a l'aula, sinó com pot integrar-se de manera efectiva.

La qüestió, per tant, ja no és si la tecnologia digital hauria de tenir un lloc a l'aula, sinó com pot integrar-se de manera efectiva.



Taula 7.

Arguments a favor i en contra del ús de tecnologies digitals a l'aula

| A favor | En contra |
|---|--|
| L'ús de les tecnologies digitals a l'aula apropa la realitat del món digital a l'escola. | La manca de formació en tecnologies digitals del professorat, l'escassetat de suport tècnic i la manca de polítiques sobre certs dispositius poden evitar l'ús de les tecnologies. Les escoles no han de donar per fet que el professorat està preparat per utilitzar les tecnologies digitals. Al contrari, cal que es creïn oportunitats per al desenvolupament professional en l'àmbit digital. |
| La majoria de programes avaluats mostren aspectes positius pel que fa a l'alumnat, en concret, en termes d'aprenentatge i aspectes actitudinals. | Els efectes són molt variables i els guanys en aprenentatge, en molts casos, petits i dependents de múltiples factors. Per avaluar l'impacte real, cal fixar-se en tot el procés d'aprenentatge i no només mesurar dades d'avaluació final. |
| La modalitat mixta en general, i el model d'aula inversa en particular, han estat molt estudiats i els resultats són positius pel que fa a l'aprenentatge. | Cal entrar detalladament en els elements teòrics, fonaments i metodologies concretes que fan que aquest model tingui realment millors resultats. La presència docent i el disseny instruccional adaptat a les necessitats de cada context són claus. |
| L'èxit de l'ús de les tecnologies digitals ja es troba a infantil, és major a primària i més discret a secundària. Les àrees de coneixement més estudiades són les de matemàtiques i la llengua. | Malauradament, no hi ha concreció clara en aquests aspectes en totes les metanàlisis i revisions, i, a més a més, manca recerca en àrees com ara les humanitats, l'art o l'educació física, entre d'altres. |
| L'aproximació cognitiva i la metacognitiva estan directament relacionades amb uns millors resultats d'aprenentatge. | Hi ha una manca d'aproximacions teòriques sòlides en la majoria d'estudis, els quals no adopten cap paradigma concret o no hi reflexionen de manera adequada. |
| Els entorns en línia que promouen la col·laboració i la interacció entre estudiants són més efectius en termes d'aprenentatge i motivació. | Cal més evidència sobre la temporització d'aquesta interacció i sobre la durada dels programes. |
| L'efectivitat relativa de l'educació amb l'ús de les tecnologies digitals ha de ser estudiada d'acord amb l'àmplia gamma de recursos o eines existents. Aquestes tecnologies poden facilitar l'aprenentatge complex. Les estratègies d'ABJ combinades amb aspectes socials i d'interacció en modalitats mixtes són les que donen els millors resultats. | Els jocs digitals no poden ser la solució per a tots els contextos ni necessitats formatives, i cal que docents i dissenyadors treballin conjuntament. |
| Els sistemes de tutoria intel·ligents (STI) són una de les eines digitals que presenten una evidència més positiva a primària i secundària, i que ajuda a complementar la presència docent en entorns mixtos i en línia. | Recomanem que es quantifiquin els costos associats a la implementació dels STI (preu d'adquisició, configuració, implementació, manteniment, formació docent, etc.) per poder fer una anàlisi cost-benefici dels STI respecte d'altres programes educatius, inclosos els tradicionals. |
| L'ús de diferents apps, i, en concret, d'aquelles que incorporen tecnologies de realitat augmentada, millora l'aprenentatge, motivació i la satisfacció dels alumnes de totes les edats i de l'alumnat amb un perfil vulnerable. | Cal tenir les eines digitals actualitzades constantment per a la pràctica docent, i és més recomanable invertir en formació i acompanyament dels estudiants que no pas en dispositius per a models tipus 1x1. |

Implicacions per a la pràctica

El context educatiu a Catalunya ha estat històricament implicat en la innovació pedagògica i en l'aplicació de les tecnologies digitals. Concretament, el Departament d'Educació, com a organisme oficial responsable, ha presentat recentment el Pla d'Educació Digital de Catalunya 2020-2023, que, més enllà de l'ús de la tecnologia *per se*, promou l'aprenentatge i el desenvolupament competencial dins un món digital.

L'evidència posa de manifest que es tracta d'una realitat complexa i que cal continuar fent recerca sobre aproximacions pedagògiques, estratègies i eines concretes, tenint en compte els perfils d'alumnat vulnerable i sense oblidar la bretxa digital, no només en termes de connectivitat sinó també de competència i a nivell cognitiu. El disseny de programes amb ús de tecnologies digitals és efectiu, però, alhora, planteja algunes limitacions pel que fa al seu abast.

Per poder obtenir resultats positius en termes d'aprenentatge, motivació i implicació dels estudiants, abans de la introducció de les TD cal pensar en l'aproximació pedagògica, planificar, fer una anàlisi de costos i beneficis, i adaptar la formació i pràctica docents [21]. Durant la pràctica docent, cal ajudar al docent i, alhora, acompanyar els alumnes amb un seguiment constant perquè la motivació inicial no decreixi. Finalment, l'avaluació de tot el programa i dels actors implicats (docents, tècnics i estudiants) és crítica per poder aprendre i millorar en els diferents aspectes.

Acabarem amb algunes reflexions concretes per garantir que la intervenció pública adreçada a implementar les tecnologies digitals de manera natural tingui l'efecte buscat:

- **Quines estratègies cal prioritzar i per a quin alumnat?** Calen aproximacions i metodologies actives, on l'alumnat sigui al centre. Guiar els alumnes i prioritzar tasques mecàniques en línia i col·laboratives presencials és clau. Els models centrats en l'estudiant com ara l'aula inversa no només ajuden a una millora relativa a l'adquisició de continguts, sinó que també en permeten millorar les competències. Per això, es proposa adoptar una modalitat híbrida, on s'ofereix als estudiants un balanç entre les tasques presencials i la guia docent, complementades amb tasques d'adquisició de continguts i pràctica de competències, amb elements de control dels estudiants sobre el temps, el lloc i el ritme. Aquests entorns híbrids s'adapten a les necessitats actuals pel que fa a la mobilitat i l'accés als centres escolars de Catalunya.
- **Quines mesures afavoreixen que l'alumnat pugui accedir a la tecnologia?** Hi ha tres aspectes clau en aquest punt: acompanyar les famílies que, alhora, acompanyaran els alumnes; canviar les pràctiques docents; i no centrar-nos simplement en el tipus o quantitat de dispositius. A l'hora de dissenyar programes d'educació on s'implementin les tecnologies digitals, cal tenir en compte el paradigma educatiu subjacent. Les eines digitals concretes no han de ser la finalitat sinó un mitjà per aconseguir un millor procés d'ensenyament-aprenentatge. Una

modalitat totalment en línia en el nostre context és recomanable només en educació secundària. Davant d'un nou confinament, caldria dissenyar entorns interactius que permetin als estudiants comunicar-se millor entre ells i amb materials, i treballar de manera col·laborativa per augmentar l'efectivitat del model totalment a distància.

- **De quines mesures disposem per donar suport al professorat i als centres educatius?** Cal crear oportunitats per al desenvolupament professional en l'àmbit digital, ja que sense el rol mediador dels docents en la relació entre les tecnologies i l'estudiant durant el procés d'ensenyament-aprenentatge no hi ha possibilitat d'èxit en l'aplicació de cap tecnologia. Per això els mestres del nostre país són un actiu clau en l'èxit d'aquests programes. Parlem de formació concreta en tecnologies i eines digitals, augment de suport tècnic especialitzat i polítiques sobre dispositius concrets, com ara les tauletes. Cal conèixer la competència digital del professorat i establir programes per al seu desenvolupament en el marc proposat pel departament d'ensenyament.
- **Quina avaluació cal fer de les mesures que s'emprenquin?** En el nostre context podem utilitzar les diferents maneres d'avaluar els estudiants que formen part de la nostra cultura educativa, com ara entrevistes, mapes conceptuals, avaluació entre iguals, i diferents aspectes lligats als paradigmes o teories educatives cognitives. També cal diferenciar entre aprenentatge i avaluació, ja que molts estudis se centren en l'avaluació final dels estudiants, i no en el procés d'aprenentatge. Hem de mirar més enllà de l'aprenentatge com a resultat i fixar-nos en el procés i les actituds. Avaluar els programes no té sentit si es fa de manera només quantitativa. Cal un seguiment formatiu de l'alumnat, del personal docent i de la tecnologia concreta.

Finalment, volem convidar el lector a entendre i adaptar totes les indicacions des de la prudència. Cal recordar les limitacions recollides, i que hem anat explicant durant tot l'informe, referents a la gran varietat de resultats, tipus d'anàlisi i especificitats de cada context. Tot i així, volem animar tots els implicats a replantejar el repte que representa, i alhora l'oportunitat, el context actual de pandèmia en l'agenda escolar a Catalunya, sobretot en l'àmbit digital.

Bibliografia

- [1] *Competències bàsiques de l'àmbit digital. Identificació i desplegament a l'educació primària*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament, 2013.
- [2] Acord de govern GOV/157/2014, de 27-11-2014, DOGC núm. 6759 3. Resolució ENS/1356/2016, de 23 de maig, DOGC núm. 7133 - 2-6-2016. Recuperat de: <http://ensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/monografies/competencia-digital-docent/competencia-digital-docent.pdf>
- [3] Dagiene, V. i Sysło, (2012). *M. ICT in Primary Education*. Analytical survey, volume 1, Exploring the origins, settings and initiatives, UNESCO.
- [4] Gisbert, M., Esteve-González, V. i Lázaro-Cantabrana, J.L. (2019). *¿Cómo abordar la educación del futuro? Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente*. Barcelona: Octaedro, S.L.
- [5] Bautista Pérez, G. (2020). *¿Cómo deben ser los espacios y los entornos virtuales con la vuelta a los colegios?* UOC. Recuperat de: <https://www.uoc.edu/portal/es/news/actualitat/2020/273-entornos-virtuales-vuelta-colegios.html>
- [6] Zhang, W., Wang, Y., Yang, L., i Wang, C. (2020). "Suspending classes without stopping learning: China's education emergency management policy in the COVID-19 Outbreak". *Journal of Risk and Financial management*, 13, p. 55.
- [7] OECD (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). doi:10.1787/9789264239555-en
- [8] OCDE. PISA (2015). *Results in Focus*. Paris: Program for International Student Assessment–Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018.
- [9] Oblinger, D. (2006). "Simulations, games, and learning". *ELI White Paper*, 1(1).
- [10] Mahmud, M. M. (2018). "Technology and language – what works and what does not: A meta-analysis of blended learning research". *Journal of Asia TEFL*, 15(2), p. 365-382, 2018. Recuperat de: <http://dx.doi.org/10.18823/asiatefl.2018.15.2.7365>
- [11] Means, B., Toyama, Y., Murphy, R. F., i Baki, M. (2013). "The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature". *Teachers College Record*, 115(3), 1. Recuperat de: <https://search.proquest.com/docview/1266435506>
- [12] Margulieux, L.E., McCracken, W.M., Catrambone, R. (2015). *Mixing in-class and online learning: Content meta-analysis of outcomes for hybrid, blended, and flipped courses*. Computer-Supported Collaborative Learning Conference, CSCL, 1, p. 220-227.
- [13] Wu, W.; Chiou, W.; Kao, H.; Hu, C. & Huang, S. (2012). "Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases". *Computers & Education*, 10.1016/j.compedu.2012.05.003
- [14] Gros, B., i García-Peñalvo, F. J. (2016). "Future trends in the design strategies and technological affordances of e-learning". In M. Spector, B. B. Lockee, & M. D. Childress (Eds.), *Learning, Design, and Technology. An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy* (p. 1-23). Switzerland: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-17727-4_67-1
- [15] Zheng, L.Q., Zhang, X. i Gyasi, J.F. (2018). "A literature review of features and trends of technology-supported collaborative learning in informal learning settings from 2007 to 2018". *Journal of Computers in Education*, 6(4), p. 529-561.
- [16] Delgado, A. J., Wardlow, L., McKnight, K., i O'Malley, K. (2015). "Educational technology: A review of the integration, resources, and effectiveness of technology in K-12 classrooms". *Journal of Information Technology Education: Research*, 14, p. 397-416.
- [17] Drijvers, P. (2018). "Empirical evidence for benefit? Reviewing quantitative research on the use of digital tools in mathematics education. In Uses of technology in primary and secondary mathematics education" (p. 161-175). Springer, Cham. 10.1007/978-3-319-76575-4_9
- [18] Cheung, A., Slavin, R.E. (2012). *Effects of Technology Applications on Reading Achievement in K-12 Classrooms. The Effectiveness of Educational Technology Applications for Enhancing Reading Achievement in K-12 Classrooms: A Meta-Analysis*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University, Center for Research and Reform in Education.
- [19] Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S.I. i Reiss, K.M. (2020). "The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis". *Computers and Education*, 153 10.1016/j.compedu.2020.103897
- [20] Cheung, A., i Slavin, R. E. (2013). "Effects of Technology Applications on Reading Outcomes for Struggling Readers. Effects of educational technology applications on reading outcomes for struggling readers: A best-evidence synthesis". *Reading Research Quarterly*, 48 (3), p. 277-299.
- [21] Hershkovitz, A., i Karni, O. (2018). "Borders of change: A holistic exploration of teaching in one-to-one computing programs". *Computers & Education*, 125, p. 429-443.

- [22] Hu, X., Gong, Y., Lai, C., i Leung, F. K. (2018). "The relationship between ICT and student literacy in mathematics, reading, and science across 44 countries: A multilevel analysis". *Computers & Education*, 125, p. 1-13, 2018. 10.1016/j.compedu.2018.05.021
- [23] Petko, D., Cantieni, A., i Prasse, D. (2017). "Perceived quality of educational technology matters: A secondary analysis of students' ICT use, ICT-related attitudes, and PISA 2012 test scores". *Journal of Educational Computing Research*, 54(8), p. 1070-1091.
- [24] Williams, C., i Beam, S. (2019). "Technology and writing: Review of research". *Computers & Education*, 128, p. 227-242.
- [25] Jia, J.; Chen, Y.; Ding, Z.; Bai, Y.; Yang, B.; Li, M. i Qi, J. (2013). "Effects of an intelligent web-based English instruction system on students' academic performance". *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), p. 556-568, 2013. 10.1111/jcal.12016
- [26] Verschaffel, L., Depaepe, F. i Mevarech, Z. (2019). "Learning Mathematics in Metacognitively Oriented ICT-Based Learning Environments: A Systematic Review of the Literature". *Education Research International* doi: 10.1155/2019/3402035
- [27] Grynspan, O., Weiss, P. L., Perez-Diaz, F., i Gal, E. (2014). "Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: a meta-analysis". *Autism*, 18(4), p. 346-361.
- [28] Horn, M. B., i Staker, H. (2011). "The rise of K-12 blended learning". *Innosight institute*, 5.
- [29] Borokhovski, E., Tamim, R., Bernard, R. M., Abrami, P. C., i Sokolovskaya, A. (2012). "Are contextual and designed student-student interaction treatments equally effective in distance education?" *Distance Education*, 33(3), p. 311-329.
- [30] Spanjers, I. A., Könings, K. D., Leppink, J., Verstegen, D. M., de Jong, N., Czabanowska, K., i van Merriënboer, J. J. "The promised land of blended learning: Quizzes as a moderator". *Educational Research Review*, 15, p. 59-74, 2015. 10.1016/j.edurev.2015.05.001
- [31] Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International society for technology in education.
- [32] Cheng, L., Ritzhaupt, A. D., i Antonenko, P. "Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: A meta-analysis". *Educational Technology Research and Development*, 67(4), p. 793-824, 2019. doi: 10.1007/s11423-018-9633-7
- [33] Bernard, R. M., Abrami, P. C., Borokhovski, E., Wade, C. A., Tamim, R. M., Surkes, M. A., i Bethel, E. C. "A meta-analysis of three interaction treatments in distance education". *Review of Educational Research*, 79, p. 1243-1289, 2009. doi:10.3102/0034654309333844v1
- [34] Cook, D. A., Levinson, A. J., Garside, S., Dupras, D. M., Erwin, P. J., i Montori, V. M. "Internet-based learning in the health professions: A meta-analysis". *Journal of the American Medical Association*, 300, p. 1181-1196, 2008. doi:10.1001/jama.300.10.1181
- [35] McNaughton, S., Rosedale, N., Jesson, R. N., Hoda, R., i Teng, L. S. (2018). "How digital environments in schools might be used to boost social skills: Developing a conditional augmentation hypothesis". *Computers & Education*, 126, p. 311-323, 2018. 10.1016/j.compedu.2018.07.018
- [36] Terrazas-Arellanes, F. E., Gallard M, A. J., Strycker, L. A., i Walden, E. D. (2018). "Impact of interactive online units on learning science among students with learning disabilities and English learners". *International Journal of Science Education*, 40(5), p. 498-518, 2018. 10.1080/09500693.2018.1432915
- [37] Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. "A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' mathematical learning". *Journal of Educational Psychology*, 105(4), p. 970-987, 2013.
- [38] Mo, D., Zhang, L., Luo, R., Qu, Q., Huang, W., Wang, J., Rozelle, S. et al. (2014). "Integrating computer-assisted learning into a regular curriculum: evidence from a randomised experiment in rural schools in Shaanxi". *Journal of Development Effectiveness*, 6(3), p. 300-32, 2014.
- [39] Shin, J. H., i Albers, P. (2015). "An Analysis of the Effect of a Cyber Home Learning System on Korean Secondary School English Language Achievement and Attitude". *Tesl canada journal* 10.18806/tesl.v32i2.1207
- [40] Daley, S. G., Hillaire, G., i Sutherland, L. M. (2016). Beyond performance data: "Improving student help seeking by collecting and displaying influential data in an online middle-school science curriculum". *British Journal of Educational Technology*, 47(1), p. 121-134, 2016. 10.1111/bjet.12221
- [41] Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., i van der Spek, E. D. "A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games". *Journal of Educational Psychology*, 105(2), p. 249-265, 2013. <https://doi.org/10.1037/a0031311>
- [42] Tsai, Y. L., i Tsai, C. C. (2020). "A meta-analysis of research on digital game-based science learning". *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(3), p. 280-294.

- [43] Arango-López, J., Collazos, C.A., Velas, F.L.G., Moreira, F. "Using pervasive games as learning tools in educational contexts: A systematic review". *International Journal of Learning Technology*, 13(2), p. 93-114, 2018. 10.1504/IJLT.2018.092094
- [44] Merchant, Z., Goetz, E.T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., i Davis, T. J. "Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis". *Computers & Education*, 70, p. 29-40, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>.
- [45] Jeong H., Hmelo-Silver C.E, i Jo K. (2019). "Ten years of Computer-Supported Collaborative Learning: A meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005-2014". *Educational research review*, 28.
- [46] Enyedy, N., Danish, J. A., i DeLiema, D. (2015). "Constructing liminal blends in a collaborative augmented-reality learning environment. International". *Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 10(1), p. 7-34.
- [47] Frank, J. A., i Kapila, V. (2017). "Mixed-reality learning environments: Integrating mobile interfaces with laboratory test-beds". *Computers & Education*, 110, p. 88-104.
- [48] Garrison, D. R., Anderson, T., i Archer, W. (2003). "A theory of critical inquiry in online distance education. In M. G. Moore i W. G. Anderson (Eds.)", *Handbook of distance education* (p. 113-127). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [49] Ibáñez, M.-B., i Delgado-Kloos, C. (2018). "Augmented reality for STEM learning: A systematic review". *Computers and Education*, 123, p. 109-123, 2018. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.05.002
- [50] Fotaris, P., Pellas, N., Kazanidis, I., Smith, P.A *Systematic review of augmented reality game-based applications in primary education. Proceedings of the 11th European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2017*, p. 181-190, 2017.
- [51] Huang, C. "Social network site use and academic achievement: A meta-analysis". *Computers and Education*, 119, p. 76-83, 2018. DOI: 10.1016/j.compedu.2017.12.010
- [52] Fang, Y., Ren, Z., Hu, X., Graesser, A.C. (2019). "A meta-analysis of the effectiveness of ALEKS on learning". *Educational Psychology*, 39 (10), 1278-1292. 10.1080/01443410.2018.1495829
- [53] Xu, Z., Wijekumar, K., Ramirez, G., Hu, X., i Irey, R. (2019). "The effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' reading comprehension: A meta-analysis". *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3119-3137.
- [54] Donnelly-Hermosillo, D. F., Gerard, L. F., i Linn, M. C. (2020). "Impact of graph technologies in K-12 science and mathematics education". *Computers & Education*, 146, 103748.
- [55] Lai, J. W., i Bower, M. (2020). "Evaluation of technology use in education: Findings from a critical analysis of systematic literature reviews". *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(3), p. 241-259, 2020.
- [56] Haßler, B., Major, L., i Hennessy, S. (2015). "Tablet use in schools: A critical review of the evidence for learning outcomes". *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(2), p.139-156, 2015, <https://doi.org/10.1111/jcal.12123>.
- [57] Bonneton-Botté, N., Fleury, S., Girard, N., Le Magadou, M., Cherbonnier, A., Renault, M., ... i Jamet, E. (2020). "Can tablet apps support the learning of handwriting? An investigation of learning outcomes in kindergarten classroom". *Computers & Education*, 151, 103831.
- [58] Camilleri, M.A. i Camilleri, A.C. (2019). "The students' readiness to engage with mobile learning apps". *Interactive Technology and Smart Education* 17(1), p. 28-38.
- [59] Nuñez, T (2019). *Onebillion: app-based maths learning*. <https://educationendowmentfoundation.org.uk/projects-and-evaluation/projects/onebillion-app-based-maths-learning/>
- [60] Outhwaite, L. A., Faulder, M., Gulliford, A., & Pitchford, N. J. "Raising early achievement in math with interactive apps: A randomized control trial". *Journal of Educational Psychology*, 111(2), p. 284-298, 2019. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000286>
- [61] Outhwaite, L. A., Gulliford, A., i Pitchford, N. J. (2020). "Language counts when learning mathematics with interactive apps". *British Journal of Educational Technology*, doi:10.1111/bjet.1291
- [62] Poirier, M., Law, J. M., i Veispaq, A. (2019). "A Spotlight on Lack of Evidence Supporting the Integration of Blended Learning in K-12 Education: A Systematic Review". *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 11(4), p. 1-14.
- [63] Hinske, S., Lampe, M., Magerkurth, C. i Röcker, C. (2007). "Classifying pervasive games: on pervasive computing and mixed reality". *Concepts and technologies for Pervasive Games. A Reader for Pervasive Gaming Research*, 1(20).
- [64] Roussou, E. i Rangoussi, M. (2019). "On the use of robotics for the development of computational thinking in kindergarten: Educational intervention and evaluation". A: Merdan M., Lepuschitz W., Koppensteiner G., Balogh R., Obdržálek D. (eds) *Robotics in Education. RiE 2019 Advances in Intelligent Systems and Computing*, p. 31-44. Springer, Cham.

- [65] Collado, E. (2017). "Robots as Language Learning Tools". *Learning Languages*, 22(2), p. 28-31.
- [66] Sullivan, A., Kazakoff, E. R. i Bers, M. U. (2013). "The Wheels on the Bot go Round and Round: Robotics Curriculum in Pre-Kindergarten". *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice* 12, p. 203-219.
- [67] Darabi, A., Liang, X., Suryavanshi, R. i Yurekli, H. (2013). "Effectiveness of online discussion strategies: A meta-analysis". *The American Journal of Distance Education*, 27(4), p. 228.
- [68] Zhou, M. i Lam, K. K. L. (2019). "Metacognitive scaffolding for online information search in K-12 and higher education settings: a systematic review". *Educational Technology Research and Development*, 67(6), p.1353-1384.
- [69] Mayer, R. E. (2016). "What should be the role of computer games in education?" *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1), p. 20-26.
- [70] Martha, A.S.D. i Santoso, H.B. (2019). "The design and impact of the pedagogical agent: A systematic literature review". *Journal of Educators Online*, 16(1).
- [71] Hennessy, S., i London, L. (2013). *Learning from international experiences with interactive whiteboards: The role of professional development in integrating the technology*. Paris: OECD Publishing. <http://tinyurl.com/OECDIWBS>
- [72] Eickelmann, B., i Vennemann, M. (2017). "Teachers' attitudes and beliefs regarding ICT in teaching and learning in European countries". *European Educational Research Journal*, 16(6), 733-761. [10.1177/1474904117725899](https://doi.org/10.1177/1474904117725899)
- [73] Rakes, C. R., Valentine, J. C., McGatha, M. B., i Ronau, R. N. (2010). "Methods of instructional improvement in Algebra: A systematic review and meta-analysis". *Review of Educational Research*, 80(3), p. 372-400.
- [74] Fairlie, R. W., i Robinson, J. (2013). "Experimental evidence on the effects of home computers on academic achievement among schoolchildren". *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(3), p. 211-40.
- [75] Fairlie, R. W., i Robinson, J. (2013). *Experimental Evidence on the Effects of Home Computers on Academic Achievement among Schoolchildren*. National Poverty Center Working Paper Series# 13-02. National Poverty Center, University of Michigan.
- [76] Oinas, S., Vainikainen, M. P., i Hotulainen, R. (2017). "Technology-enhanced feedback for pupils and parents in Finnish basic education". *Computers & Education*, 108, p. 59-70.
- [77] Cristia, J., Ibarraran, P., Cueto, S., Santiago, A. i Severin, E., (2012). "Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop Per Child Program". IDB Working Paper No. IDB-WP-304. Recuperat de: <https://ssrn.com/abstract=2032444> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2032444>
- [78] Lai, F., Luo, R., Zhang, L., Huang, X., i Rozelle, S. (2015). "Does computer-assisted learning improve learning outcomes? Evidence from a randomized experiment in migrant schools in Beijing". *Economics of Education Review*, 47, p. 34-48.

Col·lecció *Què funciona en educació?*

1. Què funciona en educació: la pregunta necessària
Miquel Àngel Alegre
És recomanable implantar incentius salarials per al professorat vinculats amb el rendiment acadèmic dels estudiants?
J. Oriol Escardíbul
2. Són efectius els programes de tutorització individual com a eina d'atenció a la diversitat?
Miquel Àngel Alegre
Quines estratègies d'agrupament responen a criteris d'efectivitat i d'equitat?
Gerard Ferrer-Esteban
3. Serveixen els programes d'estiu per millorar els aprenentatges i els resultats educatius dels alumnes?
Miquel Àngel Alegre
4. Quin impacte tenen les activitats extraescolars sobre els aprenentatges dels infants i joves?
Sheila González Motos
5. Són efectius els programes d'educació socioemocional com a eina per millorar les competències de l'alumnat?
Queralta Capsada
Com treballar l'autoregulació i la metacognició a l'aula: què funciona i en quines condicions?
Gerard Ferrer-Esteban
6. Són les beques i els ajuts efectius de cara a la continuïtat i millora dels resultats educatius a primària i secundària?
Mauro Mediavilla
7. Polítiques de tria i assignació d'escola: quins efectes tenen sobre la segregació escolar?
Miquel Àngel Alegre
8. El lideratge de centre afecta el rendiment acadèmic de l'alumnat?
Álvaro Choi, María Gil
9. És l'avaluació de l'alumnat un mecanisme de millora del rendiment escolar?
Sheila González Motos
10. Els programes conductuals milloren les actituds i els resultats de l'alumnat?
Miquel Àngel Alegre
11. Els programes per fomentar la implicació parental en l'educació serveixen per millorar el rendiment escolar?
Jaume Blasco
12. Quin impacte tenen els programes d'orientació i assessorament en els alumnes?
Sandra Escapa, Albert Julià
13. La inspecció de l'educació: quins models funcionen millor?
Álvaro Choi
14. Serveix la formació permanent del professorat per millorar els resultats educatius de l'alumnat?
Núria Comas López
15. Mesures i suports d'atenció a les necessitats educatives i diversificació curricular: què funciona per millorar els aprenentatges i reduir l'abandonament?
Gerard Ferrer-Esteban
16. Millora l'aprenentatge de l'alumnat mitjançant el treball per projectes?
Marc Lafuente
17. Són efectius els programes de lluita contra l'absentisme escolar?
Sheila González Motos

Primera edició: setembre de 2020
© Fundació Bofill, Ivàlua, 2020
fbofill@fbofill.cat, info@ivalua.cat
www.ivalua.cat
www.fbofill.cat

Autora: Mireia Usart Rodríguez
Edició: Bonalletra Alcompàs
Coordinació editorial: Anna Sadurní
Cap de projectes: Miquel Àngel Alegre
Coordinació tècnica (Fundació Bofill):
Miquel Àngel Alegre, Núria Comas
Coordinació tècnica (Ivàlua): Jordi Sanz,
Carla Cordoncillo
Disseny i maquetació: Enric Jardí
ISBN: 978-84-121371-1-8

Aquesta obra està subjecta a la llicència
Creative Commons de **Reconeixement-
CompartirIgual (by-sa)-Internacional**:
Es permet l'ús comercial de l'obra i de
les possibles obres derivades, la
distribució de les quals cal fer-la amb
una llicència igual a la que regula
l'obra original.

