

Una ciutat intel·ligent per a un món més sostenible: transformació educativa des de la pràctica a l'aula

A smart city for a more sustainable world: Transforming education through classroom practice

Rosa María de la Fuente Castelló^a

^a Escola Espai-3, Societat Catalana de Pedagogia (Barcelona).

A/e: rfuente@xtec.cat

<https://orcid.org/0000-0003-4362-8167>

Data de recepció de l'article: 13 de juny de 2022

Data d'acceptació de l'article: 2 d'octubre de 2022

Data de publicació de l'article: 2 de maig de 2023

DOI: 10.2436/20.3007.01.187



Resum

El futur de les ciutats no es pot entendre sense la implicació de la ciutadania i la generació d'ecosistemes d'innovació en els quals es puguin desenvolupar processos d'aprenentatge i participació activa. L'escola té el compromís irrenunciable d'afavorir espais d'experimentació personal i social per a l'alumnat, relleu generacional de la comunitat, i d'acompanyar cada infant en el seu itinerari vers els seus màxims horitzons d'èxit educatiu.

En aquest article es presenta una recerca en acció a partir d'una experiència d'ensenyament i aprenentatge centrada en el disseny d'una ciutat intel·ligent i sostenible, una *smart city*, seguint models de reflexió-acció en un centre educatiu. Durant un trimestre l'alumnat de sisè de primària de l'escola pública Espai-3 realitza tot un procés guiat i creatiu per a la construcció d'una ciutat

enriquida tecnològicament, aprofundint en la metodologia STEM (*science, technology, engineering and mathematics*) - STEAM (*science, technology, engineering, art and mathematics*). L'objectiu principal és treballar col·laborativament en equitat per afavorir l'interès pels estudis tecnològics i científics amb orientació humanista, especialment entre les noies. En grups heterogenis de nois i noies, l'alumnat ha identificat els problemes del seu entorn, ha reflexionat sobre les possibles solucions amb metodologies de disseny i ha fet hipòtesis sobre possibles solucions. Mitjançant la planificació creativa, des del model del pensament de dissenyador (o *design thinking*), nois i noies han seguit processos d'aprenentatge actiu (o *learning by doing*) i han avaluat posteriorment els resultats. Aquesta activitat ha estat nominada finalista en els premis d'innovació educativa (mSchools Student Awards) convocats conjuntament pel Citilab i el Departament d'Educació, l'any 2022.

Paraules clau

Equitat de gènere, STEM-STEAM, ciutat intel·ligent, Internet de les coses (IoT), pensament computacional, objectius de desenvolupament sostenible (ODS).

Abstract

The future of cities cannot be understood without the involvement of citizens and the generation of innovational ecosystems where learning processes and active participation can be developed. The school has an inalienable commitment to foster spaces for personal and social experimentation for students, to promote generational renewal for the community, and to accompany each child on their journey towards their own horizons for educational success.

In this article, the author presents an action-research based on a school experience. It is a teaching and learning project focused on the design of a smart city that follows models for reflection-action in educational centers. During a trimester, students in the final year of primary education at the Espai-3 state school have been working through a creative guided process to build a smart city. The main objective is to work collaboratively and in gender equity to foster interest in technology and science studies with a humanist orientation, especially among girls. In heterogeneous groups of students, boys and girls have identified problems in their environment, they have reflected on possible solutions, and they have learned different design methodologies. Through creative planning, by using the design thinking approach, the students have followed processes of active learning or learning by doing, and have evaluated the results that they have presented in each of the conflict situations or challenges they have encountered. The project has been named a finalist in the educational innovation awards (mSchools Student Awards), convened jointly by Citilab and the Catalan Department of Education in 2022.

Keywords

Gender equity, STEM-STEAM, smart city, Internet of Things (IoT), computational thinking, SDGs.

Com fer referència a aquest article / How to cite this article:

Fuente, R. M. de la (2023). Una ciutat intel·ligent per a un món més sostenible: transformació educativa des de la pràctica a l'aula. *Revista Catalana de Pedagogia*, 23, 44-62.
<https://doi.org/10.2436/20.3007.01.187>

1. Introducció

En un món en contínua transformació, que cerca la sostenibilitat del planeta, els pobles i els processos de desenvolupament per a un futur més just, l'educació ha d'afavorir la reflexió sobre la finalitat social i ètica de la tecnologia, que ha de precedir la presa de decisions en tots els àmbits. A l'aula, l'escola i l'entorn es donen situacions educatives que requereixen pràctica reflexiva en el disseny d'activitats per millorar la personalització (i no la individualització) dels aprenentatges. Com deia Steiner (1988), l'aprenentatge pot tenir lloc a qualsevol espai i per qualsevol estímul, però l'educació escolar es diferencia de l'educació informal en els seus components guiats i intencionals.

En aquest article es presenta una investigació en acció a partir d'una experiència de centre, que conscientment trenca la dicotomia entre recerca acadèmica i experiència d'aula, i proposa l'observació directa de la transformació educativa des de la pràctica escolar. Es materialitza en un projecte de treball col·laboratiu en equitat de gènere que aplica processos guiats en l'ensenyament i l'aprenentatge a l'escola pública Espai-3, un centre educatiu al cinturó urbà de Barcelona (Catalunya, Espanya). Aquesta dualitat formal (recerca i experiència) crea un producte singular, innovador i de difícil encaix en les classificacions teòriques, però molt adequat per a la realitat educativa del moment, plena de canvis i transformacions accelerades. S'inspira en el model d'espiral d'indagació (Kaser i Halbert, 2009) que el centre Espai-3 ha aplicat els darrers anys per a la formació docent, i que reproduïx cercles de millora contínua a partir de l'observació de la pràctica docent mateixa.

Des de la perspectiva investigadora, el centre té objectius clars vers el desenvolupament professional basat en les evidències científiques, d'acord amb les propostes del projecte ERASMUS+ en el qual participa, «Evidence informed practice for school inclusion – EIPSI», i les propostes de formació en acció que es proposen en la seva recerca i difusió (Burriel i Lorenzo, 2022). En aquest àmbit, els objectius de la recerca són clars.

Objectius de la investigació:

- a. Identificar els processos de transformació educativa en les metodologies d'aula des de l'acció de camp i l'evidència empírica en el centre educatiu.
- b. Elaborar i posar en pràctica un model de desenvolupament professional adaptat a l'escola a partir de la pràctica mateixa i la reflexió col·laborativa en la comunitat educativa.

Lluny de les propostes d'instrucció teòrica, el projecte parteix de la detecció acurada de necessitats al centre, afavoreix el desenvolupament professional docent des de la pràctica i desenvolupa uns propòsits educatius que vinculen la millora acadèmica de l'alumnat amb una finalitat humanista (Freire, 1982) per propiciar el creixement personal i social del professorat i l'alumnat. L'experiència es defineix com un projecte científic d'innovació educativa i de transformació metodològica i es concreta amb la creació d'una *smart city*, una ciutat intel·ligent (TERMCAT, 2014) a sisè de primària. El projecte és una singularitat innovadora a l'escola i es construeix a partir de les evidències d'èxit d'altres iniciatives experimentals (Stanley, 2015). S'integra en el projecte educatiu del centre, les seves programacions curriculars i la formació entre iguals del professorat,

i afavoreix el desenvolupament professional dels docents del claustre amb processos d'investigació i acció.

Des de la perspectiva d'experiència pràctica, el projecte es defineix per la realització d'una ciutat intel·ligent que respon a la detecció de necessitats feta pel centre el curs anterior, i es concreta en tres grans prioritats: tasca, objectius d'aprenentatge i desenvolupament educatiu.

Tasca:

1. Dissenyar, prototipar i programar una ciutat intel·ligent.

Objectius d'aprenentatge:

2. Analitzar l'entorn per detectar necessitats de millora amb mirada sostenible.
3. Col·laborar en equitat, compartir idees i treballar amb els companys en els processos de pensament computacional per realitzar el projecte.
4. Conèixer i treballar a l'aula els objectius de desenvolupament sostenible (ODS).

Desenvolupament educatiu:

5. Implicar l'alumnat en la millora de la societat, com a ciutadans actius i responsables.
6. Involucrar l'alumnat en processos de transformació ètica de l'entorn a partir de l'ús de les noves tecnologies.

En aquest procés destaca especialment la incorporació de la robòtica i del pensament computacional que està guanyant cada vegada més rellevància en l'àmbit escolar. Si bé la robòtica focalitza l'acció en la tecnologia i en els recursos d'automatització mecànica que s'utilitzen, el pensament computacional fa referència als models estratègics de seqüència planificada, els microprocessos establerts per a resoldre un problema o dur a terme una tasca concreta. Per a Jeannette Wing (2006, 2008), el pensament computacional implica resoldre problemes, dissenyar sistemes i comprendre el comportament humà, fent ús dels conceptes fonamentals de la informàtica. El procés de pensament computacional ens permet segmentar el problema en unitats més petites i fàcils d'abordar amb tècniques d'identificació analítica:

- a. *Descomposició.* Cal desarticular un problema complex en sèries més petites i fàcils de gestionar (tasques que cal resoldre).
- b. *Identificació de patrons.* Les petites tasques o sèries d'accions s'analitzen individualment per poder solucionar els reptes de la manera més senzilla.
- c. *Abstracció.* Les tasques s'estudien des de la reflexió prèvia i es focalitza la informació per deixar de banda aquella que resulta irrellevant per al problema que volem resoldre.
- d. *Algorismes.* El procés computacional estableix els passos necessaris i l'ordre de les accions per realitzar la tasca o resoldre el problema.
- e. *Avaluació.* Els resultats i l'impacte de les accions s'han de valorar per tal de fer les correccions oportunes i reiniciar el cicle si cal.

Aquesta seqüència estructurada de reflexió-acció-reflexió (Schön, 1987) s'identifica amb el pensament computacional i no amb la programació informàtica. Té relació directe

amb el mètode científic perquè reproduïx *etapes cognoscitives* similars (observació, hipòtesi, conceptualització, pràctica i validació) i està vinculat amb el procés d'experimentació a partir de models o prototips propis del pensament del dissenyador (*design thinking*) (Visser, 2006). Actualment, s'utilitza en l'aplicació de les disciplines de l'enfocament STEM (ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques) i STEAM (les anteriors, més l'art). Es considera un procés implicat en la construcció del pensament crític, l'aprenentatge actiu, l'exploració creativa i la curiositat per conèixer les pròpies habilitats d'aprendre a aprendre.

En l'experiència de l'escola Espai-3, el desenvolupament d'aquestes habilitats cognitives és un objectiu curricular transversal, no únicament una proposta per a una àrea o assignatura concreta. Les habilitats d'aprendre a aprendre es desenvolupen conjuntament amb els objectius relacionals i de socialització del final de l'etapa educativa de l'escola primària. En aquest sentit, són igualment objectius d'aprenentatge la participació en activitats d'interès comunitari, la col·laboració en equips de treball, la cocreació i l'emprenedoria en projectes col·lectius i el treball col·laboratiu en xarxa per resoldre problemes compartits. El resultat és un producte tangible, concret i exemplificat en una proposta real, com es veu a la maqueta de la figura 1.

FIGURA 1

Maqueta amb una proposta de connexions entre objectes, per millorar la vida en una ciutat intel·ligent, feta per l'alumnat de l'escola Espai-3



FONT: Espai-3, 2022.

En aquest projecte, s'entén per ciutat intel·ligent un entorn urbà en el qual es dissenyen i desenvolupen sistemes de connexions elèctriques i digitals (hiperconnexions), i automatitzades en el que s'anomena la Internet de les coses (Lorenzo i Lovtskaya, 2021). Aquests sistemes permeten identificar, controlar i adaptar diferents respostes automàtiques per afavorir el benestar de les persones que habiten la ciutat, en funció de les seves preferències o necessitats. Per exemple, es pot controlar el trànsit de

vehicles als carrers en diferents moments del dia mitjançant una xarxa de semàfors regulats per sensors; el nivell de pol·lució de l'aire dels carrers amb mesures de regulació del trànsit; la temperatura ambiental amb la incorporació d'humidificadors que es disparen per proporcionar cortines de gotetes d'aigua sobre les voreres dels carrers en arribar a temperatures altes. La presa de decisions automatitzades està vinculada als agents d'intel·ligència artificial (AI, de l'anglès *artificial intelligence*) i poden millorar amb sistemes d'aprenentatge connectats a altres ciutats artificials. Les *ciutats virtuals* es dissenyen actualment a partir d'imatges d'objectes digitals (*digital twins*) amb els quals és possible calcular i preveure les conseqüències d'una proposta sense necessitat de dur-la a terme físicament. Tot plegat intenta crear un ecosistema sostenible, eficaç i vinculat a la millora dels espais on les persones habiten, viuen i es relacionen, per tal d'afavorir el benestar personal i col·lectiu i de generar un entorn segur, amable i més just per a tothom.

El professorat del centre és conscient de la necessitat d'ampliar el seu àmbit d'acció per incloure el guiatge d'aspectes emocionals i actitudinals amb l'alumnat que tot just està entrant a l'etapa adolescent. L'equip directiu de l'escola Espai-3 ha assumit els desafiaments per afavorir un clima de treball segur i amigable, i les condicions adequades per a un aprenentatge dinàmic i transformador. L'objectiu final és construir un ecosistema educatiu que proporcioni reptes motivadors, oportunitats de creixement personal i desenvolupament de metodologies facilitadores a l'alumnat i al professorat. L'aplicació de l'experiència durant el curs 2021-2022 ha permès a l'alumnat participant començar a cultivar la passió per la tecnologia, el coneixement experimental i l'equitat de gènere en la presa de decisions per a la vida, ja des de l'educació primària.

2. Anàlisi de necessitats

Fa quasi una dècada, la recerca sobre el domini de les tecnologies al final de l'educació obligatòria era força decebedora. L'informe *NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition* (Johnson *et al.*, 2014), fruit de la col·laboració entre The New Media Consortium (NMC) i el Consortium for School Networking (CoSN), alertava del baix nivell de competència digital dels nens i nenes europeus, insuficients per l'aprenentatge eficient amb suport digital. Els darrers informes PISA (Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic [OCDE], 2021) segueixen alertant dels rendiments baixos en competència digital i la vulnerabilitat que comporta no disposar d'estratègies de digitalització de l'aprenentatge al llarg de la vida en el món actual. Són estratègies especialment rellevants per a l'alfabetització crítica i participativa, és a dir, per aprendre a participar activament en equips de treball i crear espais de consens en els quals aportar respostes pròpies, aprofundir en la col·laboració amb els altres i resoldre de problemes globals.

Catalunya va ser pionera en la creació de programes d'incorporació digital a les escoles amb la iniciativa del Programa d'Informàtica Educativa (PIE) el 1985, un programa de cinc anys que finalment en va durar més de vint (Catalunya, 1986a i 1986b). Però el repte ha estat sempre aconseguir posar l'atenció en els processos d'aprenentatge de l'alumnat més que no pas en la darrera versió del programari o de l'aparell digital aparegut en el mercat. També es fa palesa una mancança d'alineació amb les propostes internacionals, quan els plans de treball per a desenvolupar les competències digitals de l'alumnat parlen del mòbil i els seus perills, més que no pas de la forma en què l'alumnat

es relaciona a distància amb els altres i dels riscos de la comunicació abusiva entre els menors dins i fora del centre educatiu.

Per a fer front a aquestes necessitats les principals avaluacions educatives internacionals han relegat la tecnologia a l'espai de «context» i han adoptat indicadors avaluable pels «usos de la tecnologia» i els «principis d'inclusió per la transformació digital». A tall d'exemple, el full de presentació de les proves TIMSS del 2023, *Key Features of TIMSS 2023* publicat recentment fa especial èmfasi en les habilitats de l'alumnat per aprendre, raonar i comunicar amb eines digitals connectades a escala global i en les correlacions amb les actituds vers el propi aprenentatge (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2022).

En la mateixa línia, l'escola Espai-3 proposa en el seu projecte educatiu de centre (PEC) que els objectius de l'ensenyament i aprenentatge no estiguin formulats únicament en funció dels continguts centrats en les matèries d'instrucció (currículum tradicional), sinó en el perfil de sortida dels alumnes (resultat educatiu) i el suport que cadascun necessita per aconseguir-lo (personalització). L'objectiu desitjable per a tot l'alumnat és:

- Que siguin persones autònomes i resolutives.
- Responsables d'ells i dels seus actes vers la societat i el medi en què viuen.
- Crítics i autocrítics.
- Bons comunicadors.
- Tolerants i solidaris.
- Empàtics.
- Col·laboratius.
- Reflexius i pacients.
- Curiosos per aprendre.
- Resilents i assertius.
- Creatius (Espai-3, 2022)

El curs anterior l'escola havia portat a terme altres projectes relacionats amb la programació i la robòtica, com ara la programació de la placa micro:bit (Micro:bit Educational Foundation, <https://microbit.org>) i els seus materials gratuïts d'aplicació educativa, amb experimentació de l'entorn MakeCode a la classe. Amb aquests recursos va aconseguir iniciar l'alumnat en l'aplicació del pensament computacional i la recerca de solucions a problemes senzills, amb la incorporació de noves fites en el domini de la tecnologia. L'alumnat de cinquè de primària havia realitzat el projecte de creació d'un assistent d'alimentació saludable amb intel·ligència artificial, que va ser seleccionat com a bona pràctica d'àmbit estatal i publicat per l'Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF, 2021). Les propostes de millores derivades d'aquest projecte es van incorporar al Pla Anual del centre i s'han utilitzat d'orientació per redactar els objectius del nou projecte, «Una ciutat intel·ligent per un món més sostenible» (creació d'una *smart city*), en què ha participat el mateix alumnat, ara a sisè. Aquest nou projecte ha recollit les propostes de millora organitzativa a partir dels resultats de l'anàlisi de valoració dels projectes anteriors i ha ampliat els interessos d'inclusió i sostenibilitat personal al llarg de la vida, fent especial atenció a la gestió d'inclusió i les relacions d'equitat de gènere a l'aula. El desenvolupament professional continu demana una actualització ètica i tecnològica aplicada al procés d'ensenyament i aprenentatge que difícilment es pot adquirir en espais purament teòrics. El centre posa

així l'atenció en aquella formació docent que ajuda a desenvolupar els principis de valor i ètica educativa (Nieva i Martínez, 2016), atès que constitueixen la base de la vida en comunitat, la cohesió social i el benestar de les persones. Ajuda l'alumnat a imaginar els espais urbans d'un futur tecnològic digitalitzat i que serà el seu entorn vivencial, d'aprenentatge i de desenvolupament laboral.

En un món digitalitzat en continua evolució, el domini de competències digitals per a l'aprenentatge al llarg de la vida esdevé un dret de tots els nois i noies. L'OCDE, conscient de la creixent desigualtat digital que s'agreuja a mesura que les aplicacions d'intel·ligència artificial es fan més universals i invisibles, ha compartit investigacions i propostes (OCDE, 2019a) per afavorir el creixement econòmic amb major equitat i amb principis ètics que són essencials per garantir un món més just i sostenible. Les seves dades demostren la correlació entre les polítiques inclusives i el benestar de les comunitats. Igualment, posen en evidència la necessitat d'una major transparència en la presa de decisions que afecten els ciutadans, una major participació dels usuaris en els espais comuns i una educació ciutadana més implicada i responsable en temes que els afecten de forma directa (com ara la seguretat en els usos digitals, el dret a la confidencialitat de les dades i la protecció de les dades personals). En aquest sentit, el projecte de l'escola Espai-3 fa especial atenció als processos de negociació en els equips de treball entre nois i noies i en la presa de decisions en grups heterogenis.

És evident que a hores d'ara l'ús de les eines de comunicació i de gestió de la informació en entorns virtuals forma part de les estratègies d'inclusió i equitat en un món global. El pensament computacional i les pràctiques escolars amb tecnologia automatitzada (com ara la robòtica, la connectivitat d'aparells amb sensors o la motorització d'objectes i vehicles de transport) han demostrat ser un coneixement especialment útil per iniciar estudis professionalitzadors inclusius en els àmbits de les ciències i la tecnologia. En l'era de la postpandèmia de la covid-19, l'experimentació amb eines digitals en el procés d'ensenyament i aprenentatge ha passat a formar part del bagatge cultural del jovent a escala planetària. El 2020, l'enfocament centrat en l'ésser humà i en la construcció de les ciutats intel·ligents va formar part de l'aportació conjunta de l'International Transport Forum (ITF) i l'OCDE en el grup de treball sobre economia digital del G20, el grup dels vint països amb les economies de major creixement en l'actualitat (ITF i OCDE, 2020). En aquesta experiència de centre, l'enfocament prioritari posava de manifest la necessitat de passar de les iniciatives centrades en la *tecnologia* a les iniciatives de ciutat intel·ligent centrades en els *ciutadans*. En l'àmbit educatiu, aquest canvi implica passar de planificacions i projectes centrats en el *coneixement* de recursos concrets, a la acció i l'aprenentatge centrat en l'*experiència pràctica i participativa* de l'alumnat.

De les experiències de l'any anterior, l'escola Espai-3 va identificar diverses necessitats organitzatives de caràcter estratègic: millorar l'eficiència en la revisió de la interacció de gènere entre l'alumnat a l'aula, augmentar la integració dels programes de desenvolupament de competències digitals i establir uns protocols de suport útils per a la gestió de les emocions. En aquest darrer aspecte, l'escola ha començat a treballar el control de la frustració, en especial quan les coses no surten com s'han planificat inicialment en l'equip de treball. Aprendre dels errors, remuntar després d'un fracàs i desplegar estratègies de resiliència esdevenen objectius necessaris en aquest projecte, que neix amb la intenció de transformar l'educació amb criteris de qualitat relacional dins i fora del centre escolar (Fuente, 2022).

Actualment, el centre forma part de la Xarxa d'Escoles Associades de la UNESCO i participa en programes internacionals d'inclusió (com ERASMUS+ o eTwinning) que tenen molt present el reconeixement de la creativitat, la innovació, l'emprenedoria i la participació en la societat amb equitat de gènere. Integrar els valors d'aquests programes en el nou projecte de les ciutats intel·ligents ha estat un dels objectius prioritaris del professorat. La incorporació dels objectius de desenvolupament sostenible ha permès, d'altra banda, posar en pràctica els principis de solidaritat i consciència social, que incrementen el capital social de les comunitats, i desenvolupar els plans estratègics que assenten el concepte de «creació d'una *smart city*» a la societat actual.

El projecte neix, doncs, amb la finalitat de millorar el treball col·laboratiu i emocional a l'aula (personalització i resiliència) i amb el desig d'afavorir una major participació de l'alumnat en el món real (implicació i responsabilitat ciutadana), com elements d'inclusió i equitat per a tot l'alumnat. Tanmateix, vol donar resposta a la necessitat d'afavorir les competències STEAM i promoure que els alumnes i sobretot les alumnes segueixin interessades a seguir cursant aquestes disciplines.

3. Context

En el context internacional, els projectes vinculats a les ciutats intel·ligents s'estan incorporant en els centres educatius per afavorir experiències integrades d'aprenentatge i convivència. El projecte de l'escola Espai-3 és un dels pioners a l'Estat espanyol de l'addició de principis de valor vinculats al desenvolupament emocional de l'alumnat, la millora relacional dels equips implicats i la incorporació dels objectius de desenvolupament sostenible. Són moltes les ciutats a escala mundial, especialment als Estats Units, que llancen iniciatives en línia amb aquests models d'aprenentatge. Un exemple conegut és la New York University Tandon School of Engineering (NYU, 2022), que celebra anualment el seu programa de ciutats intel·ligents, en el qual els estudiants aprenen aspectes tècnics del desenvolupament de ciutats resilents i sostenibles, construint col·laborativament prototips que resolen els reptes de la ciutat de Nova York. Justament en aquest marc de sostenibilitat l'escola Espai-3 ha trobat la inspiració per a donar resposta al seu alumnat, que ha d'aprendre a superar les frustracions i reflexionar sobre els fracassos. Aquí sorgeix la idea de portar a terme aquest projecte, en què l'alumnat ha estat capaç d'implicar-se amb sorprenent capacitat i maduresa en activitats de reflexió ètica i pensament computacional d'alta complexitat.

Aquesta experiència es desenvolupa en el tercer trimestre del curs 2021-2022, en gran grup i amb docents d'aula que tenen la responsabilitat de proporcionar a tot l'alumnat una oportunitat de participació activa en processos d'innovació sostenible:

- a. *Alumnat*. Els cinquanta-tres alumnes de sisè de primària, amb quatre alumnes que requereixen atenció diferenciada.
- b. *Centre educatiu*. Escola Espai-3 de Sant Joan Despí.
- c. *Àrees implicades*. Competències transversals, amb major implicació de les àrees de matemàtiques, medi natural i social, educació artística visual i plàstica, llengua catalana, llengua anglesa.

- d. *Objectiu*. Desenvolupar les competències digitals i les d'habitar el món, amb incorporació d'habilitats emprenedores, creatives i sostenibles en col·laboració i equitat, en processos d'experimentació i entorns emocionalment segurs, amables i afavoridors del benestar i la resiliència de l'alumnat.
- e. *Tasca*. Desenvolupar una ciutat intel·ligent (*smart city*) amb l'aportació de diversos equips de treball.
- f. *Temporalitat*. Una hora i mitja setmanal, durant tres mesos.
- g. *Espais*. Aula ordinària.
- h. *Modalitat de treball*. Projecte amb activitats en equip, reflexió individual i col·lectiva.
- i. *Metodologia*. Aprenentatge actiu (*learning by doing*), mètode científic i experimental, tècniques de reflexió-acció, amb afavoriment de l'equitat de gènere.
- j. *Recursos*. Peces de Lego, equipament digital Nezha Inventor's kit (EF08232) d'Electreacks, amb tutorials gratuïts i accessibles a Internet (Electreacks, 2022).

El projecte té el repte de traslladar fora del centre tota l'observació i l'experimentació de l'aula, i repensar la tecnologia per millorar la qualitat de vida de les persones. Vol ser un projecte en el qual el valor del coneixement resideixi en la seva utilització per crear, barrejar, resoldre, saber identificar les millors alternatives o solucions a un mateix problema, amb un esperit obertament col·laborador i amb valors d'inclusió i equitat per a tothom. S'han tingut molt en compte les anomenades 4C de l'educació del segle XXI (Maggio, 2018) per a la personalització de l'aprenentatge:

- *Critical thinking*. Pensament crític per a la resolució de problemes.
- *Creativity*. Creativitat de l'alumnat i del professorat per aplicar pensament no lineal (*pensar fora de la capsa*).
- *Collaboration*. Col·laboració per treballar conjuntament i aconseguir objectius compartits.
- *Communication*. Comunicació per expressar les pròpies idees de la manera més eficient.

Per aplicar aquests principis s'ha potenciat el pensament computacional, la negociació dialògica inclusiva dins dels equips, l'ús de tècniques de millora oral com ara l'*elevator pitch* o resum entenedor (és a dir, una breu descripció d'un concepte, producte o entitat que explica una idea de manera entenedora, perquè la pugui entendre ràpidament qualsevol interlocutor), el suport diversificat i la gestió de la informació i la comunicació en entorns híbrids (observació de la realitat de l'entorn físic i aprenentatge a partir de tutorials d'Internet).

4. Proposta de la intervenció o experiència

La construcció d'una *smart city* comporta dissenyar propostes d'ensenyament i aprenentatge competencial i té una fonamentació clarament activa, col·laborativa i de resolució de problemes. Com a recerca en acció, la investigació sobre la pràctica docent

mateixa del professorat participant ha explorat les metodologies proposades per l'evidència de recerca coneguda fins ara en les investigacions d'experts en l'àmbit educatiu (Marina, 2014), que defensen que els nens i nenes han d'adquirir quatre hàbits operatius per a desenvolupar una vida plena en el món tecnològic actual:

- *Habilitats d'emprenedoria*. Interès per participar en la millora de l'entorn, propòsits d'implicació activa en la comunitat, habilitats per resoldre problemes amb una mirada flexible i engrescada en la realitat que es viu.
- *Creativitat*. Pensament inquisitiu i curiositat pel món, capacitat lúdica i originalitat en la cerca de solucions als problemes propis i dels altres.
- *Innovació*. Capacitat creadora i resiliència al fracàs, amb aportacions originals i innovadores que es poden transferir i adaptar a d'altres realitats.
- *Hàbit executiu*. Energia prospectiva, empena per l'acció i participació dinàmica en les actuacions que cal realitzar.

Amb aquest plantejament de transformació metodològica a l'aula, el projecte de crear una *smart city* a primària esdevé un objectiu que fomenta la creativitat, la innovació i l'hàbit executiu entre l'alumnat més jove. Aquestes habilitats seran necessàries per participar de l'entorn social i cultural, aprofitant les possibilitats que ofereix Internet en l'era de la hiperconnectivitat i de la Internet de les coses (IoT). El projecte esdevé un laboratori educatiu per explorar i desenvolupar la ciutadania activa i participativa, tant en l'esfera pública com en la privada; els alumnes generen coneixement (continguts), practiquen habilitats útils en diferents disciplines del saber (procediments) i incorporen principis de valor solidari i participatiu que fomenten actituds positives vers l'aprenentatge al llarg de la vida.

Les activitats d'aula s'han de planificar acuradament per impulsar iniciatives directament relacionades amb l'educació interactiva de les nenes i els nens, per tal d'apropar-los amb equitat, des de l'escola, a uns aspectes tan complexos com la robòtica, la tecnologia o diverses disciplines científiques. Les tasques i activitats s'han estructurat segons les orientacions dels models que promouen les competències STEAM (Armagnac *et al.*, 2016) dirigits a generar i compartir talent. En aquest context, el talent s'entén com la capacitat de la persona per aprofitar els coneixements adquirits per triar objectius, mobilitzar la creativitat i utilitzar els recursos al seu abast de manera eficaç.

Es detalla a continuació el procés metodològic del projecte, en relació amb l'activitat pedagògica que ha comportat en cada etapa del projecte:

- a. *Observació inicial*. L'alumnat comença aprenent des de la particularitat de la Internet de les coses (IoT) què és una ciutat intel·ligent i un ciutadà d'una ciutat intel·ligent. Identifica quines són les característiques principals, amb especial atenció als components d'automatització, les mecàniques dels sistemes interconnectats i les dinàmiques de canvi i adaptabilitat que es generen entre els entorns habitables, els objectes i les persones que els utilitzen.
- b. *Detecció de necessitats*. La premissa de partida és la identificació dels problemes que l'alumnat troba a la seva ciutat (en aquest cas, Sant Joan Despí, en el cinturó industrial d'una gran metròpolis com Barcelona), tot generant propostes d'acció i solucions alternatives per a aquells focus definits prèviament i que puguin estar lligats a la millora de la ciutat amb una perspectiva de ciutat intel·ligent. El projecte

parteix d'idees senzilles, innovadores, de base tecnològica i amb un enfocament sostenible molt ambiciós, encaminat a millorar la qualitat de vida de la ciutadania de la localitat.

- c. *Planificació.* Mitjançant processos actius de *learning by doing*, propers a l'esperit *maker*, els equips d'alumnes pensen, reflexionen, busquen alternatives, experimenten i ideen solucions, i desenvolupen així una manera alternativa d'adquirir competències per abordar reptes. En col·laboració amb els altres, amb un aprenentatge dialògic intensiu, els equips aprofundeixen en els reptes de la ciutat on viuen, per construir un futur millor.
- d. *Realització.* Per grups, els alumnes decideixen la seva proposta de millora i dissenyen dos elements significatius del seu projecte, que connectaran després electrònicament per demostrar els sistemes interconnectats que volen proposar, amb components de robòtica, Internet de les coses o digitalització de processos en entorn virtuals. Els construeixen amb peces Lego i/o materials reciclats, i els programen fent servir la placa micro:bit, el *kit* de treball Nezha d'Electfreaks amb el *kit smart city* (Electfreaks, 2022), així com l'entorn MakeCode. Individualment, cada alumne fa el seu propi seguiment i compta amb un quadern a l'entorn virtual d'aprenentatge (EVA) del centre, anomenat *Quadern d'enginyers i enginyeres*, que han d'anar documentant, per elaborar conjuntament el document final de la seva creació i disseny.
- e. *Posada en comú.* Com a finalització del procés, es treballen els aspectes clau de la presentació de projectes, a través de la metodologia de l'*elevator pitch*, un resum entenedor que persegueix el desenvolupament de capacitats de síntesi i presentació, i la transmissió de la idea i dels aspectes més importants del projecte en funció de la situació comunicativa. Es consideren els diferents elements de context, el missatge o els interlocutors, com ara el problema o repte que resol, el públic destinatari, la tecnologia utilitzada i els resultats que es volen aconseguir. A més a més, la posada en comú comporta una autoavaluació individual, mitjançant la resolució de reptes d'identificació de programació (amb MakeCode) en un qüestionari individual que es lliura en acabar les tasques.
- f. *Difusió i validació.* La primera versió del projecte ha finalitzat el dia 21 de maig del 2022 amb la presentació de la maqueta i dels seus elements per part de l'alumnat del centre a la XIV Jornada de Programació i Robòtica dedicada a l'intercanvi d'experiències didàctiques del Departament d'Educació i de mSchools, en un entorn de programació i de robòtica educativa adreçada als docents de primària i secundària i al públic en general i en el qual l'alumnat ha exposat i explicat el seu treball. El reconeixement rebut per part dels organitzadors i la selecció del projecte en el concurs educatiu per passar a la final han estat una validació institucional molt apreciada pel centre educatiu, que l'alumnat o el professorat han rebut com un premi en si mateix.
- g. *Avaluació.* El projecte aplica l'avaluació des d'una perspectiva multisectorial, formadora (en la qual l'agent impulsor és alumnat, amb estratègies d'autoconeixement i creixement) i formativa (en la qual l'agent impulsor és el professorat), amb processos de seguiment i apreciació de les diferents fases del projecte. Parteix d'una avaluació individual de cada aprenent per prendre consciència («Què he observat? Com ho explico al meu grup?») i del grup («Què volem proposar per millorar la ciutat? Com ho planificarem?»). Continua amb una

valoració compartida del professorat i l'alumnat amb el seguiment del procés de col·laboració i d'equitat al llarg del projecte i incorpora, finalment, l'avaluació dels objectius d'aprenentatge de l'alumnat a partir d'un qüestionari personal. En aquest qüestionari es considera i valora l'opinió de l'alumnat sobre la implicació en l'entorn, el repte portat a terme, la seva execució i, sobretot, el grau de millora per a la vida de les persones. Cada alumne reflexiona a partir de les preguntes del qüestionari i fa propostes de millora («Què he après? Què puc millorar?»). En una segona fase l'alumnat comenta les seves conclusions amb la resta de la classe i es prenen nota dels suggeriments de millora dels altres companys i companyes. Aprendre dels i amb els altres és sens dubte un dels objectius del projecte. Continuar aprenent al llarg de la vida és el gran objectiu de tot ciutadà del segle XXI.

Aquestes etapes del projecte s'han dut a terme des de la reflexió conjunta dels docents i mitjançant l'aplicació de tècniques empíriques per a la recollida d'evidències d'aprenentatge: variacions en les actituds i els conflictes entre l'alumnat; ús de les fonts d'informació i dels recursos per part dels nois i noies del grup; acció i reacció davant la correcció o el suggeriment de millora; temps d'implicació en el treball, i altres variables que tot just es van consolidant com a elements significatius en el canvi metodològic a l'aula. Tot plegat, la investigació sobre la pròpia pràctica forma part del desenvolupament professional i la maduració tècnica dels docents mateixos, que requereix estudis més profunds i focalitzats en els quals l'escola participa amb aquesta investigació en acció docent. A Catalunya, el context de treball en xarxa en els processos d'indagació educativa al centre és conegut (Folch, 2020) i està en consonància amb aquesta experiència singular de l'Espai-3 que continuarà els propers anys.

5. Resultats

El projecte ha assolit l'acceptació de les autoritats educatives de referència, amb la consideració de projecte finalista en els mSchools Student Awards 2022, a les Jornades d'Innovació Educativa i Intercanvi d'Experiències de Catalunya (Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, 2022). Aquest reconeixement representa una empenta al procés de transformació educativa des de la pràctica al centre, i n'afavoreix la continuïtat com a recerca en acció per al desenvolupament professional.

El procés seguit a l'aula, amb la identificació de problemes reals i la seva conversió en reptes operacionals, ha estat útil per a l'alumnat i per al centre educatiu, i ha donat resposta als reptes organitzatius, d'equitat i de gestió de les emocions plantejats inicialment en la detecció de necessitats. La seva selecció sota criteris de rellevància, eficàcia i viabilitat en els mSchools Student Awards ha contribuït a desenvolupar sentit de pertinença i identificació amb un projecte d'èxit, tant als docents com a l'alumnat protagonista. Les tasques realitzades han ajudat el claustre de professors a aplicar el pensament científicotècnic amb personalització de tasques i reptes adequats a les necessitats de cada alumne, i a aprofundir en la transformació del sistema educatiu vers una eina d'inclusió i d'equitat entre alumnat.

La creació de ciutats intel·ligents a l'aula de primària ha estat poc explorada a casa nostra, perquè sovint implica la col·laboració del món educatiu amb el món empresarial i tecnològic, o la col·laboració entre entitats del sector públic i privat (Tomàs, 2016).

D'altra banda, les orientacions internacionals de l'Agenda 2030 de les Nacions Unides esmenten especialment aquest punt en el seu objectiu 17 i defensen que la col·laboració i implicació de tots els sectors és necessària per a treballar conjuntament vers un món més sostenible, inclusiu i socialment just. L'escola, per tant, ha decidit treballar diversos objectius de l'Agenda 2030: l'educació, l'equitat, la producció ètica, la cura de l'entorn i de la natura, el desenvolupament de les ciutats, l'economia justa, la pau i la col·laboració entre diferents sectors de la comunitat.

El resultat educatiu ha proporcionat un exemple d'experimentació de sistemes integrats per desenvolupar la Internet de les coses a l'aula, la creació de bessons digitals (*digital twins*) en entorns virtuals i la innovació educativa en ecosistemes híbrids d'ensenyament i aprenentatge. Les creacions de l'alumnat tenen un alt grau de creativitat i qualitat, que evidencien el seu interès per construir un món tecnològic més sostenible. Alguns dels productes de l'alumnat són ben significatius:

- a. La creació d'edificis intel·ligents (hiperconnectats) amb mobiliari urbà intel·ligent d'ús i resposta personalitzada, alimentats amb energia proporcionada per panells solars (proposta sostenible), que ofereixen accés a Internet (connectivitat ubíqua) i incorporen una pantalla tàctil amb informació com ara la temperatura i la humitat.
- b. Un sistema de captura d'energia solar alternativa que permetria generar un flux calorífic o fred, com a calefacció o climatització, per al seu ús en dies de temperatures baixes o altes (amb adaptabilitat a ecosistemes diversificats); estenedors automàtics que recullen la roba en cas de pluja (eficiència hídrica per ajustament al canvi climàtic), i diferents elements de protecció i seguretat addicionals per als usuaris.
- c. La implementació d'un sistema de sensors a tots els carrers que indiquin, mitjançant una app (aplicació mòbil), la disponibilitat d'aparcament lliure per estalviar d'energia, amb control de la contaminació ambiental per a una gestió més eficaç i econòmica dels vehicles particulars que accedeixen a la ciutat (reconeixement per intel·ligència artificial), amb vehicles evidentment elèctrics i amb sensors d'evitació de xoc.
- d. Un sistema de contenidors i col·lectors d'escombraries intel·ligents amb la col·locació d'un sensor a la boca del contenidor, que només s'obre si el sensor identifica que el tipus de residu es correspon amb el contenidor (eficiència i estalvi) i sota cap concepte s'ha de tocar amb la mà o el peu (higiene i salut).
- e. Un sistema de detecció d'humitat i reg automàtic que evita el malbaratament de l'aigua amb un ús responsable i sostenible, així com un detector de contaminació acústica i un conjunt de sensors de sonoritat, destinats a protegir els espais naturals dins de la ciutat. Destaca la sensibilització vers l'entorn natural, l'apreciació de les necessitats de benestar personal amb un espai sense sorolls estridents i la importància de mantenir l'ecosistema urbà sota paràmetres de salut emocional.

6. Conclusions i discussió

Aquest ha estat el primer any del projecte i en aquest moment roman actiu i en contínua evolució. L'assoliment dels reptes inicials permeten una primera mirada positiva als resultats, però són encara oberts a la discussió interna al centre:

- La investigació en acció ha esdevingut un procés de reflexió entre parts i ha afavorit el desenvolupament professional dels docents, fins i tot amb un reconeixement extern. Cal, en tot cas, sistematitzar i documentar l'experiència per a identificar els processos transferibles i els models escalables, si és el cas.
- El treball realitzat ja ofereix conclusions positives molt significatives sobre el procés de millora de les competències dels nens i nenes participants en l'àmbit comunicatiu i tecnològic. Les dades parcials s'hauran d'ampliar anualment amb les avaluacions del darrer trimestre de l'any, el nombre d'incidències de conducta a l'aula i la comparació anual de les competències bàsiques de sisè en acabar el curs.
- Està previst comparar cada any el qüestionari final sobre implicació en l'entorn per mesurar la participació en la societat on viuen. Com que s'ha treballat al voltant de reptes detectats a la seva ciutat i de propostes de solucions als problemes reals, es pot conèixer en cada promoció d'alumnat el grau d'implicació en l'entorn social i cultural, la comprensió causal de la realitat i el compromís per millorar-la.
- Com s'havia anticipat, el projecte ha treballat la comprensió del paper de la tecnologia en la millora de les ciutats i la qualitat de vida dels seus habitants, tot identificant problemes reals. El debat conceptual entre el professorat ha abordat la formulació de reptes, la selecció de les millors solucions sota diferents criteris i l'avaluació dels processos que afavoreix la competència digital. En el desenvolupament relacional s'ha de seguir valorant la diversitat en l'aplicació del pensament científicotècnic per interpretar la informació rebuda. En especial, s'ha de prioritzar l'equitat de gènere en la presa de decisions, a més d'afavorir una obertura inclusiva cap a la innovació tecnològica.
- Tota la metodologia de treball individualitzat i de col·laboració en equip ha esdevingut un espai de recerca futura sobre les emocions, el benestar de l'alumnat i la gestió dels processos relacionals a l'aula. Això aporta respostes en un àmbit especialment sensible a l'escola Espai-3, que ha detectat encara la necessitat de seguir sistematitzant eines de seguiment més individualitzades, per determinar en quin grau el projecte ha contribuït a desenvolupar l'empatia, les habilitats per al diàleg i la negociació, la cooperació o l'organització de temps en els equips. En suma, en altres edicions caldria mesurar com ha contribuït el projecte a l'autonomia i la iniciativa personal de l'alumnat, tant per nois com per noies, atès que són essencials per a l'emprenedoria en el món laboral de l'àmbit tecnològic.
- Així mateix, es valora positivament l'experimentació amb noves tècniques comunicatives en la presentació del treball, que ha contribuït a reforçar les competències de comunicació lingüística de l'alumnat participant, amb dinàmiques de tendència actual com l'*elevator pitch* o resum entenedor. Aquest resum entenedor ajuda l'alumnat a orientar la narració de tot el procés de creació i a la preparació, planificació i execució d'una exposició adequada del projecte, amb els seus aspectes clau i amb una clara diferenciació dels usos comunicatius, en funció del públic destinatari. Les competències adquirides mitjançant l'ús

d'aquesta tècnica van tenir el seu màxim exponent a l'exposició final dels projectes realitzats durant l'esdeveniment de la XIV Jornada de Programació i Robòtica, on es van utilitzar els productes digitals desenvolupats pels alumnes mateixos: infografies, presentacions, vídeos, imatges i comunicació oral.

En resum, la valoració inicial que en fa l'equip directiu és molt positiva, atès que amb aquest projecte l'escola col·labora en la divulgació científicotecnològica de forma pràctica per a les noves generacions de nois i noies de primària. D'una banda, el protagonisme de l'alumnat a la fira del Citilab de Cornellà (com a creadors de solucions tecnològiques per a la millora de la vida) contribueix a apropar-los als estudis científicotecnològics i a considerar aquests estudis possibles vies per al desenvolupament professional. De l'altra, altres professionals docents de disciplines diverses s'han mostrat interessats a rebre assessorament per part de l'escola Espai-3 per tal de dur a terme aquesta iniciativa amb el seu alumnat. El reconeixement que això suposa pel claustre docent i per l'equip directiu contribueix molt a la motivació professional, al benestar laboral i al desig de millora contínua del sistema educatiu.

7. Agraïments i finançament

Aquest projecte ha estat reconegut en els mSchools Student Awards 2022, a les Jornades d'Innovació Educativa i Intercanvi d'Experiències (XTEC, 2022) convocades pel Departament d'Educació. Ha gaudit dels materials educatius, el suport i la col·laboració de l'Ajuntament de Cornellà, de la xarxa social i econòmica del territori (Endesa Fundación i CaixaBank), de les famílies del centre, de la indústria i les empreses amb fundacions que difonen eines i actuacions de robòtica educativa (Endesa Fundación, <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa>) i dels centres de recerca i innovació digital (Citilab de Cornellà i Centre of Innovation in Telecommunications and Integration of Service).

8. Bibliografia

- Armagnac, S. d', Klarsfeld, A., i Martignon, C. (2016). La gestion des talents : définitions, modèles, pratiques d'entreprises. *@GRH* 20(3), 9-41. <https://doi.org/10.3917/grh.163.0009>
- Burriel, F., i Lorenzo, N. (2021, desembre 21). *Pràctiques educatives basades en evidències III. Reflexions: formació o desenvolupament professional?* [Diapositives de PowerPoint]. Jornada de Presentació de Resultats del Projecte EIPSI, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra. <https://es.slideshare.net/nlorenzo/eipsiubformacio-difusio-sgienlgbmpdf>
- CaixaBank (2020, novembre 16). Ciutats i ciutadans intel·ligents: cap a l'smart city inclusiva. *El blog de CaixaBank*. <https://blog.caixabank.es/blogcaixabank/ca/ciutats-ciutadans-intelligents-cap-smart-city-inclusiva/#>
- Catalunya. (1986a). Decret 31/1986, de 30 de gener, pel qual s'estableixen diversos Programes d'Actuació en el camp educatiu. (DOGC, núm. 660, 12 març 1986, p. 749-750. <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/660/8002.pdf>

- Catalunya. (1986b). Ordre de 12 de febrer de 1986, per la qual s'estableix l'estructura organitzativa del Programa d'Informàtica Educativa fixat pel Decret 31/1986, de 30 de gener. (DOGC, núm. 674, 18 abril 1986, p. 1142-1143. <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/674/8384.pdf>
- Departament d'Educació. Ateneu. (s. d.). *STEM Tools* [Materials de formació]. Recuperat el 29 de març de 2022 de <https://ateneu.xtec.cat/wikiform/wikiexport/materials/stemcat/index>
- Electronics (2022) *36 in 1 Nezh-A Inventor's kit (EF08232)*. [Tutorial micro:bit]. <https://www.electronics.com/learn-en/microbitKit/Nezh-A-Inventor-s-kit-for-microbit>
- Espai-3 (2021). *Detector de alimentación saludable: creamos asistentes de alimentación saludable con la ayuda de I. A.* Publicat per l'INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado). https://code.intef.es/buenas_practicas_epc/detector-de-alimentacion-saludable-creamos-asistentes-de-alimentacion-saludable-con-la-ayuda-de-i-a/
- Espai-3. (2022). *Projecte educatiu de centre*. <https://agora.xtec.cat/ceip-espai3-sjdespi/projecte-educatiu/pec>
- Folch, B. (2020). School Networks for School Transformation in Catalonia. *Transformative Educational Leadership Journal*. <https://telp.educ.ubc.ca/school-networks-for-school-transformation-in-catalonia>
- Freire, P. (1982). Creating alternative research methods: learning to do it by doing it. A Hall, B., Gillette, A., i Tandon, R. (ed.), *Creating knowledge: a monopoly?* (p. 29-37). Society for Participatory Research in Asia. https://www.pria.org/knowledge_resource/Creating_Knowledge_-_A_Monopoly_-_Participatory_Research_in_Development.pdf
- Fuente, R. de la (2022, maig 21). *Projecte una ciutat intel·ligent per un món sostenible*. <https://agora.xtec.cat/ceip-espai3-sjdespi/portada/projecte-la-ciutat-intel·ligent>
- Il·lustre Col·legi d'Advocats de Barcelona. (2019). *Charter of Barcelona for the right of citizens in the digital era*. <https://www.icab.es/export/sites/icab/.galleries/documents-noticies/2019/file-charter-of-barcelona-for-the-rights-of-citizens-in-the-digital-era.pdf>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (2021, desembre 27). *Detector de alimentación saludable: creamos asistentes de alimentación saludable con la ayuda de I. A.* https://code.intef.es/buenas_practicas_epc/detector-de-alimentacion-saludable-creamos-asistentes-de-alimentacion-saludable-con-la-ayuda-de-i-a
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (2022). *TIMSS 2023: trends in international mathematics and science study*. https://timssandpirls.bc.edu/timss2023/downloads/T2023_TIMSS_Brochure.pdf

- International Transport Forum i Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic. (2020). *Leveraging digital technology and data for human-centric smart cities: report for the G20 digital economy task force*. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/data-human-centric-cities-mobility-g20.pdf>
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., i Freeman, A. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition*. The New Media Consortium. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED559369.pdf>
- Kaser, L., i Halbert, J. (2009). *Leadership mindsets: innovation and learning in the transformation of schools*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203881156>
- Lorenzo, M. N., i Lovtskaya, A. (2021). Enhancing students' voices in a voiceless IoT ecosystem. A Daniela, L. (ed.), *The Internet of Things for Education* (p. 7-28). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85720-2_2
- Maggio, M. (2018). *XIII Foro Latinoamericano de Educación «Habilidades del siglo XXI. Cuando el futuro es hoy»* [Documento básico]. Fundación Santillana. [https://www.fundacionsantillana.com/PDFs/XIII Foro Documento Basico WEB.pdf](https://www.fundacionsantillana.com/PDFs/XIII_Foro_Documento_Basico_WEB.pdf)
- Marina, J. A. (coord.) (2014). Creatividad en la educación, educación de la creatividad: claves para hacer de la creatividad un hábito. *Cuaderno FAROS*, 8. <https://issuu.com/hospitalsantjoandedeu/docs/8o-cuaderno-faros-creatividad>
- New York University Tandon School of Engineering. (2022). *Science of smart cities (SoSC)*. <https://engineering.nyu.edu/academics/programs/k12-stem-education/nyc-based-programs/science-smart-cities-sosc>
- Nieva, J. A., i Martínez, O. (2016). Una nueva mirada sobre la formación docente. *Universidad y Sociedad*, 8(4), p. 14-21. <https://rus.ucf.edu/cu/index.php/rus/article/view/449/pdf>
- Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic. (2019a). *OECD Principles on Artificial Intelligence (AI) Organisation for Economic Cooperation and Development*. OECD-AI Policy Observatory. <https://oecd.ai/en/ai-principles>
- Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic. (2019b). *The OECD programme on smart cities and inclusive growth*. <https://www.oecd.org/cfe/cities/smart-cities.htm>
- Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic. (2020). *Digital transformation in the age of COVID-19: building resilience and bridging divides*, <https://www.oecd.org/digital/digital-economy-outlook-covid.pdf>
- Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic. (2021). *OECD skills outlook 2021: learning for life*. <https://doi.org/10.1787/0ae365b4-en>
- Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura. (2015). *UNESCO and sustainable development goals*. <https://en.unesco.org/sustainabledevelopmentgoals>

- Schön, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje de las profesiones*. Paidós.
- Stanley, J. (2015, agost 7). Teaching kids how to build smart cities. *Next City, Solutions for Liberated Cities*. <https://nextcity.org/urbanist-news/teaching-kids-how-to-build-smart-cities>
- Steiner, E. (1988). *Methodology of theory building*. Educology Research Associates. <https://tedfrick.sitehost.iu.edu/steiner/Methodology%20of%20Theory%20Buildin%204mb.pdf>
- TERMCAT Centre de Terminologia. (2014, juny 12). Què és una smart city i com es diu en català?. *El blog del TERMCAT*. <https://termcat.blog.gencat.cat/2014/06/12/que-es-una-smart-city-i-com-es-diu-en-catala>
- Tomàs, M. (2016, novembre 8). Parlem d'SmartCities (II): Què tenen «d'intelligent» les smart cities? *Blog de l'EAPC*. <https://eapc.blog.gencat.cat/2016/11/08/parlem-dsmartcities-ii-que-tenen-dintelligent-les-smart-cities-mariona-tomas>
- Visser, W. (2006). *The cognitive artifacts of designing*. Routledge. <https://www.routledge.com/The-Cognitive-Artifacts-of-Designing/Visser/p/book/9780805855111#>
- Wing, J. M. (2006) Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 366(1881), 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Zhuang, R., Fang, H., Zhang, Y., Lu, A., i Huang, R. (2017). Smart learning environments for a smart city: from the perspective of lifelong and lifewide learning. *Smart Learning Environments*, 4(1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40561-017-0044-8>