

Avantatges d'aplicar la robòtica i la intel·ligència artificial amb la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit a primària

Advantages of applying robotics and artificial intelligence using the Smart AI-Lens camera and Micro Bit board in primary school

Rosa Maria de la Fuente Castelló
Secretària de la Societat
Catalana de Pedagogia - Institut
d'Estudis Catalans

A/e: rfuente@xtec.cat

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

Data de recepció de l'article: 4 de
març de 2024

Data d'acceptació de l'article: 2
de maig de 2024

Data de publicació de l'article: 1
de novembre de 2024

DOI: 10.2436/20.3007.01.211



Copyright © 2024

Rosa Maria de la Fuente Castelló

Aquest article és d'accés lliure subjecte a la llicència Creative Commons Reconeixement – No Comercial – Sense Obra Derivada 4.0 Internacional. Per a més informació consulteu:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Resum

En la situació actual de l'educació, la reflexió sobre la pràctica és una necessitat per garantir evidències d'èxit. A l'Escola Espai-3 utilitzem la robòtica i la intel·ligència artificial (IA) per tal d'estudiar-ne els avantatges a les aules de primària.

En moltes ocasions, la robòtica necessita la intel·ligència artificial per dur a terme determinades accions. La càmera Smart AI Lens d'Elecfreaks, juntament amb la placa Micro:bit, ofereix l'oportunitat a l'alumnat de primària d'endinsar-se en el món fascinant de la programació de robots.

Després d'haver creat mitjançant Scratch un assistent personal basat en la IA, aquesta experiència té com a objectiu principal introduir els estudiants en la relació entre la robòtica i la intel·ligència artificial mitjançant la creació i programació de robots utilitzant la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit.

Els resultats obtinguts permeten valorar la motivació, la millora conductual i la disposició a l'aprenentatge de l'alumnat participant, que mostra una millora creixent en les competències treballades i un clima de centre harmoniós i sostenible.

Paraules clau

Intel·ligència artificial (AI), robòtica, internet de les coses, pensament computacional, objectius de desenvolupament sostenible (ODS).

Abstract

In the current state of education, reflection on practice is a necessity to ensure evidence of success. At Escola Espai 3, we employ robotics and AI to study their advantages in primary education classrooms.

Robotics often requires artificial intelligence to carry out certain actions. The Elecbreaks Smart AI-Lens camera, along with the Micro Bit board, provides primary school students with the opportunity to immerse themselves in the fascinating world of robot programming. Having created an AI-based personal assistant using Scratch, this experience aims to introduce students to the interplay between robotics and artificial intelligence through the creation and programming of robots using the Smart AI-Lens camera and the Micro Bit board. Our results allow us to assess the motivation, behavioral improvement and learning disposition of the participating students. What's more, these results show an increasing improvement of the competences and skills worked on, and a harmonious and sustainable school climate.

Keywords

AI, smart city, robotics, Internet of things, computational thinking, Sustainable Development Goals, SDGs.

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

De la Fuente Castelló, R. M. (2024). Avantatges d'aplicar la robòtica i la intel·ligència artificial amb la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit a primària. *Revista Catalana de Pedagogia*, 26, 82-101. <https://doi.org/10.2436/20.3007.01.211>

1. Introducció

En la nostra societat, la irrupció de la intel·ligència artificial (IA) és un repte que cal encarar per treure'n tots els avantatges i minimitzar-ne els riscos amb una visió ètica i equitativa. Com diu Stefania Giannini, subdirectora general d'educació a l'Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura (UNESCO), és el nostre deure prioritzar la seguretat, la inclusió, la diversitat, la transparència i la qualitat (World Economic Forum, 2023).

Per l'Escola Espai-3, la decisió d'utilitzar IA és no només un deure d'equitat a l'escola pública, sinó també una necessitat ètica vers els més vulnerables i una responsabilitat professional per afavorir el futur laboral de l'alumnat. Tal com ens diu l'estudi de "Informe Mundial sobre les Ciències: Polítiques de Ciència amb Equitat de Gènere" (UNESCO, 2015), cal garantir que el sistema escolar aborda la innovació tecnològica de forma inclusiva i transversal, per tal de fomentar l'equitat tecnològica en un món en contínua transformació. En aquest informe, la UNESCO destaca la importància d'assegurar que totes les persones, independentment del seu gènere o ubicació geogràfica, tinguin accés equitatiu a la tecnologia i a les oportunitats que aquesta ofereix.

Per donar resposta a aquest horitzó educatiu d'equitat i justícia social, en aquest article es presenta una experiència singular d'innovació que s'aplica als processos d'ensenyament i aprenentatge guiats propis de l'educació reglada i formal en un centre escolar de primària de titularitat pública a Catalunya (Espanya). El projecte de centre que justifica pedagògicament aquesta experiència desenvolupa uns propòsits educatius i ètics clars, i vinculats a la millora acadèmica de l'alumnat i a l'èxit dels resultats, ampliat amb un propòsit humanista que vol afavorir el creixement personal i social de cada un dels alumnes. Es tracta d'un centre educatiu situat al cinturó urbà de Barcelona que ha decidit contrarestar l'entorn socioeconòmic desfavorit del territori amb metodologies participatives, la prioritització de les llengües en el currículum i la inclusió tecnològica per a tothom com a força de canvi i motor social.

2. Anàlisi de necessitats

Aquesta experiència s'ha dissenyat per donar a l'alumnat de primària l'oportunitat d'explorar aquests conceptes tecnològics a través de la pràctica i la programació pràctica

de robots després d'haver experimentat només amb programari. A més a més, ofereix l'oportunitat d'aplicar aquests coneixements a situacions de la vida diària i de vincular-los a d'altres projectes relacionats com el de la creació d'una ciutat intel·ligent o el de les impressores 3D, creant prototips per incorporar a la càmera.

L'alumnat de primària de l'Escola Espai-3 és un col·lectiu d'alta diversitat, amb alumnat vulnerable per raons socioeconòmiques i nouvinguts que no sempre dominen la llengua de treball a l'aula. Malgrat els reptes, el centre està altament implicat a experimentar la innovació tecnològica, pedagògica i socioemocional emergent amb el suport d'entitats i organismes que financen activitats com les realitzades els cursos anteriors: Smart City, STEAM, etc. (Fuente, 2023).

Avançar en l'àmbit tecnològic és clau per al futur de l'alumnat. La robòtica i la intel·ligència artificial són camps emergents que ofereixen oportunitats educatives úniques no només en l'experiència d'usuari sinó també en la comprensió de com crear-les fomentant el pensament computacional.

Des del punt de vista curricular, aquesta experiència té com a objectiu principal desenvolupar les competències comunicatives i tecnocientífiques de l'alumnat, i promou capacitats i habilitats d'anticipació, execució i reflexió, amb projectes pràctics, per introduir els estudiants en la relació entre la robòtica i la intel·ligència artificial mitjançant la creació i programació de robots utilitzant la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit. L'experiència s'ha constituït en una proposta de referència del centre, que es treballa anualment amb l'alumnat de sisè de primària, a cada promoció: la creació d'una ciutat intel·ligent o *smart city* que els estudiants han de planificar, dissenyar i realitzar en equips, afegint-hi les millores de sostenibilitat, eficiència i innovació que vagin decidint i justificant cada any.

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 i els materials gratuïts d'aplicació educativa Micro:bit (vegeu <https://microbit.org/ca>) amb experimentació de l'entorn MakeCode a la classe. Amb aquests recursos s'aconsegueix involucrar així l'alumnat en el 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 5è de primària, que aquest any fa 6è i participa en el projecte en curs, ja estava preparat per a

De la Fuente Castelló, R. M. (2024). Avantatges d'aplicar la robòtica i la intel·ligència artificial amb la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit a primària. *Revista Catalana de Pedagogia*, 26, 82-101.

<https://doi.org/10.2436/20.3007.01.211>

fer un canvi significatiu, atès que havia realitzat també una activitat d'iniciació a la IA 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'Institut Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF, 2021). Les propostes de millores derivades d'aquest projecte de 5è es van incorporar al pla anual del centre i s'han utilitzat d'orientació per redactar els objectius del nou projecte «Explorant la robòtica i la intel·ligència artificial amb la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit».

a. Novetats i expectatives inicials

Fins el 2023, l'experiència de 6è de primària s'havia realitzat amb elements de STEAM i d'internet de les coses, i s'havia donat a conèixer en revistes educatives especialitzades degut a la seva reconeguda qualitat (Fuente, 2023). Aquest darrer curs, el projecte ha donat un salt qualitatiu i s'ha convertit en un itinerari pioner per la incorporació de la intel·ligència artificial al centre, la formació digital docent d'última generació i la introducció de les primeres expectatives d'investigació educativa tecnològica en col·laboració amb entitats de recerca reconegudes. Les novetats poden identificar-se clarament en cada un dels àmbits essencials:

- a) *S'incorpora a l'aula la tecnologia d'intel·ligència artificial amb experiències controlades, per interposició del docent com a recercador i analista de la pròpia pràctica (amb pràctica reflexiva).*
- b) *S'amplia l'experimentació del professorat en els àmbits d'autoformació docent i formació entre iguals.*
- c) *S'usa la IA generativa per part del professorat, com ara l'ús de ChatGPT o altres models de llenguatge extens (LLM, de l'anglès *large language model*), i la IA generativa (IAG) per facilitar imatges representatives d'acord amb els suggeriments de l'alumnat.*
- d) *S'estableixen prioritats per definir indicadors de procés i/o assoliment que reflecteixin les novetats curriculars en l'àmbit de la IA per les diferents situacions d'aprenentatge (SdA) que es donen al llarg de la realització dels projectes, per part de cada equip d'alumnes, en la construcció de la ciutat intel·ligent.*

3. Context educatiu de l'experiència

L'Escola Espai-3, situada a prop de Barcelona, està implementant la IA dins del seu projecte «Ciutats intel·ligents» amb l'objectiu de millorar l'aprenentatge dels seus alumnes de primària. Amb el suport de la Societat Catalana de Pedagogia (SCP), filial de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC) han incorporat la IA per fomentar el pensament computacional entre els estudiants. Aquesta iniciativa segueix una sèrie de passos:

1. Experiències prèvies: basant-se en projectes previs centrats en robòtica i sostenibilitat, el centre ha decidit avançar cap a la integració de la IA. Amb l'ajuda de la SCP, han creat un assistent personal basat en IA mitjançant Scratch.

2. Proposta d'intervenció: la nova etapa implica la creació i programació de robots utilitzant la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit. Aquesta iniciativa té com a objectiu introduir els estudiants en la relació entre la robòtica i la IA. Es destaca l'ús del pensament computacional per millorar el desenvolupament dels alumnes, especialment aquells en entorns socioeconòmics desfavorits.

3. Objectius i activitats: la proposta està estructurada en diferents fases:

- Introducció a la robòtica i a la IA.
- Familiarització amb el maquinari.
- Programació bàsica.
- Entrenament de targeta de direccions.
- Reconeixement de boles de colors.
- Reconeixement facial bàsic.
- Desenvolupament de la creativitat.
- Presentació de projectes.

4. Metodologia: s'utilitzen metodologies com el treball per ambients, l'aprenentatge basat en projectes i la recerca en acció. Aquest enfocament permet als estudiants ser actius en el seu aprenentatge, explorant i reflexionant sobre les seves experiències.

5. Difusió i validació: el projecte culmina amb la presentació dels projectes en una jornada dedicada a la programació i la robòtica, on els estudiants tenen l'oportunitat de compartir els seus treballs i rebre reconeixement per la seva dedicació.

A través d'aquesta iniciativa, l'Escola Espai 3 busca no només millorar l'aprenentatge dels seus alumnes, sinó també fomentar el pensament crític, la creativitat i les habilitats

del segle XXI.

4. Reflexió sobre la pràctica

La proposta d'intervenció amb l'alumnat va acompanyada de la reflexió sobre la pròpia pràctica del professorat, guiada per les orientacions rebudes en el Curs APLICA esmentat en l'apartat de context d'aquest article.

En paraules de Marc Prensky (González, 2022), la intel·ligència artificial pot ser una eina poderosa per abordar les bretxes d'aprenentatge, personalitzar l'educació i millorar l'eficàcia dels docents. Tot i la precaució necessària, que no es pot obviar, és imprescindible que els sistemes educatius adoptin aquesta tecnologia per afrontar els reptes del segle XXI. L'escola ha de proporcionar evidències de perfeccionament mesurables en l'avaluació de l'alumnat i en el desenvolupament professional del professorat. Aquesta avaluació formativa i formadora estableix un cercle de millora que afecta l'alumnat i els professionals de l'educació, per la qual cosa podem dir que també permet enriquir i fer avançar tot el sistema educatiu. En l'estudi que es presenta en aquest article, la millora afecta en especial la introducció de la tecnologia educativa a les aules.

Fa quasi una dècada, la recerca sobre el domini de les tecnologies al final de l'educació obligatòria eren força decebedores. L'informe *NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition* (Johnson *et al.*, 2014), fruit de la col·laboració entre el New Media Consortium (NMC) i el Consortium for School Networking (CoSN), alertava que els nivells de competència digital dels nens i nenes europeus eren insuficients per l'aprenentatge amb suport digital. En tots aquests anys les coses no han canviat gaire: els darrers informes del Programme for International Student Assessment (PISA) de l'Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE, 2021) alerten de la vulnerabilitat que comporta no disposar d'estratègies de digitalització de l'aprenentatge al llarg de la vida en el món actual. Aquesta habilitat és especialment rellevant per a l'alfabetització crítica i participativa, és a dir, quan els estudiants han d'aprendre a participar activament en equips de treball i crear espais de consens on aportar respostes pròpies per aprofundir en la col·laboració amb els altres per a la resolució de problemes. En el nostre centre, les dificultats socioeducatives accentuen aquest risc i ens fan replantejar les prioritats

escolars.

Catalunya va ser pionera en l'aplicació de programes d'incorporació digital a les escoles amb la creació del Programa d'Informàtica Educativa (PIE), creat el 1985 com un programa de cinc anys que finalment en va durar més de vint (Generalitat de 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. En l'actualitat, les principals avaluacions educatives internacionals han relegat la tecnologia a l'espai de «context» i han adoptat els «usos de la tecnologia» i els «principis d'inclusió per a la transformació digital» dins dels indicadors avaluable. A tall d'exemple, el full de presentació de les proves Trends in International Mathematics and Sciences Study (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 connectades a escala global, i en les correlacions amb les seves actituds vers el propi aprenentatge (TIMSS, 2022).

En la mateixa línia, l'Escola Espai-3 es proposa, en el 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 en el suport que cada un necessita per aconseguir-lo (personalització). L'objectiu desitjable per tot l'alumnat s'ha d'assolir des de metodologies participatives, solidàries i tecnocientífiques que validin plantejaments humanistes. L'escola és molt explícita i la seva comunitat vol alumnat «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; resil·lents i assertius, i creatius» (Escola Espai-3, 2022).

En un món digitalitzat en contínua 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, 2019b) per afavorir el creixement econòmic amb una major equitat, i amb principis ètics que són essencials per garantir un món més just i sostenible. Les dades demostren la

De la Fuente Castelló, R. M. (2024). Avantatges d'aplicar la robòtica i la intel·ligència artificial amb la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit a primària. *Revista Catalana de Pedagogia*, 26, 82-101.
<https://doi.org/10.2436/20.3007.01.211>

correlació entre les polítiques inclusives i el benestar de les comunitats, però 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).

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 les experiències de l'any anterior, l'Escola Espai-3 ha identificat diverses necessitats de millora: major eficiència organitzativa, revisió de protocols per a la gestió de la interacció entre els alumnes a l'aula, major integració dels programes de desenvolupament de competències digitals que dona i estímul a la gestió d'emocions. En aquest aspecte, l'escola ha detectat la necessitat de 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 de l'alumnat participant amb criteris de qualitat relacional dins i fora del centre escolar (Fuente, 2022).

El centre forma part de la Xarxa d'Escoles Associades a la UNESCO i participa en programes internacionals (p. e., Erasmus+ o eTwinning) que tenen molt present el reconeixement de la creativitat, la innovació, l'emprenedoria i la participació en la societat.

La incorporació dels objectius de desenvolupament sostenible (ODS) ha permès, d'altra banda, posar en pràctica principis de solidaritat i consciència social, que són la base per a l'increment del capital social de les comunitats i per a un millor desenvolupament de plans estratègics que assenten el concepte de «creació d'una *smart city*» a la societat actual. A més, el fet que l'alumnat reflexioni sobre el procés del desenvolupament del

projecte i la identificació de possibles millores i ajustos en els programes i en la configuració dels robots crea un procés de reflexió i millora contínua que potencia la metacognició. En el cas de la nostra escola, el treball realitzat durant tota l'etapa de primària per a la creació d'hàbits és un perfecte ecosistema planificat per a la incorporació de rutines cognitives (què veig?, què en penso?, què faig per participar-hi?). La metacognició esdevé part de l'aprenentatge verbal de planificació, que ens permet ser conscients dels nostres propis processos mentals, desigs i estratègies d'aprenentatge. És una habilitat essencial per a l'aprenentatge efectiu i la resolució de problemes.

5. Resultats

Els resultats de l'experiència es poden identificar des de la valoració qualitativa, descrita pels participants, i les evidències de procés i producció identificades al llarg del projecte en el treball de l'alumnat. Aquesta experiència pràctica no pot incorporar encara una valoració qualitativa, atès que l'avaluació final del curs no s'ha dut a terme encara ni s'ha pogut valorar el nombre d'alumnes que presenten major dificultat. No obstant això, la continuïtat sostenible de resultats positius en les competències bàsiques anuals de l'alumnat del centre (molt per sobre de les aconseguides per l'alumnat de centres de característiques socioeconòmiques similars) donen indicis d'èxit que s'hauran d'analitzar quan les dades estiguin disponibles.

a. Valoració del projecte

L'experiència es desenvolupa al llarg del segon trimestre del curs 2023-2024, en gran grup i amb dos docents a l'aula sota la responsabilitat de proporcionar a l'alumnat una oportunitat per a la seva participació activa i la implicació en processos d'innovació. El punt de partida de l'anàlisi de resultats és clar:

- **Alumnat:** els cinquanta-dos alumnes de 6è de primària, amb cinc alumnes que requereixen atenció singular.
- **Centre educatiu:** Escola Espai-3 de Sant Joan Despí.
- **Objectiu:** desenvolupar les competències digitals, introduir la IA en l'entorn educatiu i incorporar habilitats emprenedores, creatives i sostenibles en processos d'experimentació i entorns emocionalment segurs, amables i

afavoridors del benestar i la resiliència de l'alumnat.

- **Tasca:** crear un assistent personal basat en la IA, mitjançant Scratch.
- **Temporalitat:** 1.30 h setmanal, durant tres mesos.
- **Espais:** aula ordinària.
- **Modalitat de treball:** projecte, amb activitats en equip, reflexió individual i col·lectiva.
- **Metodologia:** aprenentatge actiu (*learning by doing*), mètode científic i experimental, tècniques de reflexió-acció.
- **Recursos:** càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit.
- **Vinculació tecnocientífica amb el currículum:** introducció a la robòtica i a la IA.
- **Avaluació disponible:** el centre recull anualment indicadors de resultats acadèmics, de competències bàsiques i de promoció. També disposa d'un índex d'acceptació (petició de matrícula) anual per part de les famílies i un índex de fidelització del professorat.

a) *Els resultats organitzatius.* En un context internacional d'incorporació de la IA a la vida de les persones, l'equip docent de l'Escola Espai 3 ha optat per formar-se en les diferents eines, centrant-se en les educatives, i poder oferir així al nostre alumnat la visió del potencial que tindrà en les seves vides sempre vinculant-lo al sentit ètic que cal donar a totes les noves tecnologies com a eines de progrés i facilitadors de vida.

b) *El projecte de l'Escola Espai-3* és un dels pioners a l'Estat espanyol a afegir principis de valor vinculats al desenvolupament emocional de l'alumnat, a la millora relacional dels equips implicats, amb la incorporació dels ODS. La idea de portar a terme aquest projecte sorgeix de la necessitat del seu alumnat de superar les frustracions i aprendre dels fracassos. L'alumnat de sisè de primària de l'Escola Espai-3 de Sant Joan Despí ha estat capaç d'implicar-se amb sorprenent capacitat en activitats de reflexió i pensament computacional d'alta complexitat.

c) *Actualització documental i millora en la gestió competencial.* La coordinació docent i la formació compartida han permès identificar i consensuar les competències específiques i transversals que s'han treballat durant el projecte, la qual cosa ha facilitat l'actualització documental. La vinculació de la competència digital en el currículum

interacciona de forma transversal amb els sabers i vectors educatius que transcendeixen els continguts i permet treballar les competències de manera integrada:

- *Competència: coneixement i interacció amb l'entorn natural, social i cultural.*
- *Competència: tractament de la informació i competència digital.*
- *Competència: d'autonomia i iniciativa personal.*
- *Competència: social i ciutadana.*
- *Competència: d'aprendre a aprendre.*

b. Ús de la tecnologia en processos de qualitat educativa

L'experiència presentada implica l'ús de les tecnologies de manera diferenciadora des del sistema educatiu, que incorpora l'ODS 17, de col·laboració i partenariat, cosa que construeix evidències de millora docent i de sistema organitzacional.

a) Sostenibilitat en la creació de tarannà i xarxa educativa. Les activitats s'han dut a terme amb la col·laboració dels poders públics (com l'Ajuntament de Sant Joan Despí), les associacions de suport professional docent (com la formació compartida per la SCP), la xarxa socioeconòmica del territori (CaixaBank, 2020) i la implicació de les famílies del centre. També s'hi troba representada la indústria i les empreses amb fundacions socioeducatives, que difonen eines i actuacions de robòtica educativa (vegeu, per exemple, <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa>), i els centres de recerca i innovació digital (Citilab de Cornellà, Centre of Innovation in Telecommunications and Integration of Service).

b) Millora docent i desenvolupament professional. El projecte té el repte de contribuir a l'educació de qualitat mitjançant la introducció dels estudiants a la robòtica i a la intel·ligència artificial. Per això, el professorat ha après a planificar microactivitats que ajuden a traslladar l'aprenentatge basat en l'observació i l'experimentació pròpia dels entorns educatius, tal com s'ha il·lustrat anteriorment, associant els objectius i les activitats identificables i mesurables. El producte resultant és la part intangible de l'ensenyament i l'aprenentatge a l'aula i l'aplicació de la interacció entre l'alumnat, visible en situacions reals situades dins i fora de l'aula.

c) *Aprentatge pedagògic en el centre.* Aquest vol ser un projecte on el valor del coneixement adquirit resideix en la seva utilització per crear, barrejar, resoldre, saber identificar i aplicar les millors alternatives o solucions a un problema educatiu. S'utilitza la tecnologia en processos de qualitat amb un esperit col·laborador i inclusiu, cercant l'equitat per a tothom. Ens interessa especialment que l'alumnat aprengui de quina manera saber utilitzar la tecnologia pot millorar la qualitat de vida de les persones.

d) *Internacionalització i alineació dels ODS als continguts curriculars.* La UNESCO (2015) ha integrat en educació els plantejaments de qualitat socioeducativa recollits a l'Agenda 2030 de les Nacions Unides i defensa que la transformació dels sistemes educatius s'ha d'assolir des d'una intervenció en el centre coherent amb els ODS. La vinculació curricular del projecte amb els ODS és la següent:

1. Introducció a la robòtica i a la IA (ODS 4: educació de qualitat).
2. Familiarització amb el maquinari (ODS 9: indústria, innovació i infraestructures).
3. Programació bàsica (ODS 4: educació de qualitat).
4. Entrenament de targeta de direccions (ODS 4: educació de qualitat).
5. Reconeixement de boles de colors (ODS 12: consum i producció responsables).
6. Reconeixement facial bàsic (ODS 5: igualtat de gènere).
7. Desenvolupament de la creativitat (ODS 9: indústria, innovació i infraestructures).
8. Presentació de projectes (ODS 17: aliança pels objectius).
9. Treball en equip (ODS 4: educació de qualitat).
10. Reflexió i millora contínua (ODS 4: educació de qualitat).

És essencial, doncs, que les activitats d'aula es planifiquin acuradament per desenvolupar models d'aprenentatge actius i participatius, impulsant iniciatives directament relacionades amb l'educació interactiva de les nenes i els nens, per tal d'apropar-los, des de l'escola, a uns aspectes tan complexos com la robòtica, la tecnologia o diverses disciplines científiques.

5. Avaluació i discussió

Com que és un projecte que encara estem portant a terme i l'execució planificada al llarg del curs no ha finalitzat, no tenim dades dels resultats acadèmics (qualificacions de l'alumnat participant), però disposem de les avaluacions parcials i els estudis de seguiment dels processos educatius (motivació, implicació, recollida de dades, cocreació de propostes i dissenys inicials). Sense ser exhaustius, poden assenyalar els primers indicis i evidències de millora en factors concrets i mesurables:

- Manteniment de l'assistència regular, alta motivació i constància en la realització de les tasques.
- Disminució general dels microconflictes interpersonals durant la sessió de treball en el projecte, i autoregulació de conductes entre l'alumnat més caracterial.
- Major constància, resiliència, resistència a la frustració i intensitat comunicativa per a la realització d'exercicis que requereixen concentració, processos executius i col·laboració amb els companys d'equip durant el procés de treball.
- Augment de la fluïdesa relacional entre l'alumnat en risc de marginació i els docents de suport, per a la sol·licitud d'ajuda, la recerca d'informació i l'assessorament de proximitat en les rutines cognitives i les situacions d'aprenentatge programades a l'aula per a cada sessió.

En resum, podem afirmar que a través d'aquest projecte, l'alumnat ha tingut l'oportunitat de conèixer de prop la robòtica i experimentar per primera vegada algunes de les possibilitats de generació de text i imatge amb la IA:

- Han après a programar robots mitjançant la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit, experimentant amb reconeixement de colors, targetes de direccions i fins i tot reconeixement facial bàsic. Aquesta experiència ha obert la porta a futures exploracions tecnològiques i ha fomentat la creativitat.
- Han participat en converses d'iniciació a la IA, de la mà del professorat, i han començat a participar en propostes pedagògiques elaborades amb ajuda de les IA.

Som conscients que en finalitzar el procés de treball de la «Ciutat intel·ligent» haurem d'intensificar aquesta anàlisi parcial de resultats i creuar les dades qualitatives amb els resultats quantitius de referències per indicadors de valor d'èxit escolar:

- a) Les taxes de superació de curs i promoció escolar.
- b) Les dades de competències bàsiques de 6è de primària per aquesta mateixa cohort d'alumnat.
- c) Les qualificacions d'avaluació final per l'alumnat participant a 6è de primària

Aquest projecte ha rebut el reconeixement de Projecte Innovador en el "Encuentro de la Red de centros españoles de la UNESCO" del juliol del 2023 marc dels on s'ha presentat com escola i activitat de referència.

Igualment, cal esmentar que el projecte ha assolit l'acceptació de les autoritats educatives de referència a l'entorn local (territori i municipi) i que l'equip directiu del centre ha acordat presentar-lo al concurs escolar mSchools Students Awards durant el segon trimestre del curs, 2023-2024. Aquest concurs lliura els seus premis en el marc del Mobile World Congress de Barcelona, que espera concentrar més de vuitanta mil persones entre el 26 i el 29 de febrer de 2024.

6. Conclusions i reflexió final

Aquest ha estat el primer any que l'alumnat de sisè ha dut a terme aquest projecte al centre i en el moment d'escriure aquest article el projecte roman actiu i en contínua evolució, per la qual cosa la informació sobre els indicadors d'assoliment del projecte no estan encara disponibles. El treball realitzat ja ofereix conclusions molt significatives sobre el procés desenvolupat per a la millora de les competències de les nenes i els nens que hi han participat (les dades parcials s'han recollit a partir de les avaluacions del trimestre i el nombre d'incidències de conducta a l'aula, i les dades finals inclouran també la comparació anual de les competències bàsiques de 6è en acabar el curs). Igualment, està previst mesurar la participació de l'alumnat en la societat en què viuen (qüestionari final sobre implicació en l'entorn). D'aquesta manera, en la mesura en què s'ha treballat al voltant de reptes relacionats amb la cerca de solucions a problemes reals que ells mateixos han detectat a la seva ciutat, es pot conèixer el grau d'implicació en l'entorn social i cultural, que contribueix a la comprensió de la realitat social i al compromís inicial per contribuir a millorar-la.

Amb aquest projecte l'Escola col·labora en la divulgació científicotecnològica de forma pràctica. 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), en definitiva, contribueix a apropar-los als estudis científicotecnològics i a fer que els tinguin en compte com a 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 portar a terme aquesta iniciativa amb el seu alumnat. El reconeixement que això suposa pel claustre de professors i professores de l'escola i per l'equip directiu mateix contribueix molt a la motivació professional, el benestar laboral i el desig de millora contínua del sistema educatiu.

7. 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>

CaixaBank (2020, novembre 16). *Ciutats i ciutadans intel·ligents: cap a la smart city inclusiva*.
<https://blog.caixabank.es/blogcaixabank/ca/ciutats-ciutadans-intelligents-cap-lsmart-city-inclusiva/#>

El blog del TERMCAT (2014, juny 12). Què és una Smart City i com es diu en català?.
<https://termcat.blog.gencat.cat/2014/06/12/que-es-una-smart-city-i-com-es-diu-en-catala/>

Elecfreaks (2022). *48 IN 1 Nezha Inventor's kit(EF08232)* [Tutorial Micro:bit].
[https://www.elecfreaks.com/learn-en/microbitKit/Nezha Inventor s kit for microbit](https://www.elecfreaks.com/learn-en/microbitKit/Nezha%20Inventor%20s%20kit%20for%20microbit)

Escola Espai-3 (2022). *Projecte educatiu de centre*. <https://agora.xtec.cat/ceip-espai3-sjdespi/projecte-educatiu/pec>

Flores-Vivar, J.-M., i García-Peñalvo, F.-J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la inteligencia artificial en el marco de la educación de calidad (ODS4). *Comunicar*, 31(74), 37-47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>

Freire, P. (1982). Creating alternative research methods: learning to do it by doing it. A B. L.

De la Fuente Castelló, R. M. (2024). Avantatges d'aplicar la robòtica i la intel·ligència artificial amb la càmera Smart AI Lens i la placa Micro:bit a primària. *Revista Catalana de Pedagogia*, 26, 82-101.
<https://doi.org/10.2436/20.3007.01.211>

Hall, A. L. Gillette, i R. Tandon (ed.). *Creating knowledge: a monopoly?* (p. 29-37). Society for Participatory Research in Asia.

Fuente, R. de la (2022, maig 21). *Projecte: una ciutat intel·ligent per un món sostenible*. Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya. <https://agora.xtec.cat/ceip-espai3-sjdespi/portada/projecte-la-ciutat-intel·ligent>

De la Fuente, R. M. (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, 43-61. <https://doi.org/10.2436/20.3007.01.187>

García, M. (2019). Aplicacions educatives de la intel·ligència artificial a l'aula. *Revista d'Educació Tecnològica*, 8(2), 45-58.

Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació. Ateneu (s. d.). *STEAM Tools*. <https://ateneu.xtec.cat/wikiform/wikiexport/materials/stemcat/index>

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://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/1986/01/30/31>

Catalunya (1986b). Ordre de 12 de febrer de 1986, per la qual es crea la Comissió Departamental del Pla d'Experimentació de la Reforma del Cicle Superior d'Educació General Bàsica i d'Ensenyament Secundari (DOGC, núm. 674, 18 abril 1986, p. 1141-1142). [https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/o/1986/02/12/\(8\)](https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/o/1986/02/12/(8))

González, E. (2022, maig 17). Interactivitats entre la intel·ligència artificial i l'educació. *El Diari de l'Educació*. <https://diarieducacio.cat/interactivitats-entre-la-intelligencia-artificial-i-leducacio>

Il·lustre Col·legi d'Advocats de Barcelona (ICAB) (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 (INTEF) (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 Transport Forum (ITF) i Organització de Cooperació i Desenvolupament (OCDE) (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>

Koehler, M. J., i Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge?. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70. <https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/general/what-is-technological-pedagogicalcontent-knowledge>

Lorenzo, N., i Fuente, R. de la (2023, abril 25). *Aplica soluciones! Eduquem pels reptes d'avui, construïm el nostre futur* [Diapositives de PowerPoint]. Societat Catalana de Pedagogia; Institut d'Estudis Catalans. <https://es.slideshare.net/slideshow/aplicasoluciones2023projecte-scppdf/257572137>

Lorenzo M. N., i Lovtskaya, A. (2021). Enhancing students'voices in a voiceless IoT ecosystem. A L. Daniela (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 para el siglo XXI. Cuando el futuro es hoy: documento básico.* Fundación Santillana. https://www.fundacaosantillana.org.br/wp-content/uploads/2020/04/XIII_Foro_Documento_Basico_WEB.pdf

NYU Tandon (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. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(4), p.14-21. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n4/rus02416.pdf>
- Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE) (2019a). *The OECD programme on smart cities and inclusive growth*. <https://www.oecd.org/cfe/cities/smart-cities.htm>
- Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE) (2019b). *Artificial intelligence*. <https://www.oecd.org/digital/artificial-intelligence>
- Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE) (2020). *OECD Digital Economy Outlook 2020 Supplement. Digital transformation in the age of COVID-19: building resilience and bridging divides*. OECD Publishing. [https://web-archive.oecd.org/2020-11-27/571878-digital-economy-outlook-covid.pdf](https://web.archive.oecd.org/2020-11-27/571878-digital-economy-outlook-covid.pdf)
- Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE) (2021). *OECD skills outlook 2021: learning for life*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/0ae365b4-en>
- Schön, D. A. (1987). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Paidós.
- Senge, P., Cambron-McCabe, N., Lucas, T., Smith, B., Dutton, J., i Kleiner, A. (2000). *Schools that learn: a fifth discipline fieldbook for educators, parents, and everyone who cares about education*. Doubleday.
- Stanley, J. (2015, agost 7). Teaching kids how to build smart cities: New York program preps tomorrow's urban designers. *Next City*. <https://nextcity.org/urbanist-news/teaching-kids-how-to-build-smart-cities>
- Steiner, E. (1988). *Methodology of theory building*. Educology Research Associates.
- Trends in International Mathematics and Sciences Study (TIMSS) (2022). *Key Features of TIMSS 2023* [Fullet]. https://timssandpirls.bc.edu/timss2023/downloads/T2023_TIMSS_Brochure.pdf
- Tomàs, M. (2016, novembre 8). Parlem d'SmartCities (II): què tenen «d'intel·ligent» les smart

cities?. *EAPC blog*. <https://eapc.blog.gencat.cat/2016/11/08/parlem-dsmartcities-ii-gue-tenen-dintelligent-les-smart-cities-mariona-tomas/>

Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura (UNESCO) (2015). *UNESCO science report: towards 2030*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235406/PDF/235406eng.pdf.multi>

Visser, W. (2006). *The cognitive artifacts of designing*. Lawrence Erlbaum Associates.

World Economic Forum (WEF) (2023, juny 6). *UNESCO releases a new roadmap for using AI in education*. <https://www.weforum.org/agenda/2023/06/unesco-new-roadmap-ai-education>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

Wing J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: mathematical, physical, and engineering sciences*, 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, article 6. <https://doi.org/10.1186/s40561-017-0044-8>