



Nature Classroom

Reintegració de la Natura en l'Educació mitjançant eines d'Intel·ligència Artificial i Realitat Mixta en entorns principalment urbans.

Daniel Ferrer Daumas

Doctorat en educació i TIC (e-learning)

Index

1. Keywords
2. Abstract
3. Tema de recerca i títol provisional
4. Detalls específics de la proposta
 - 4.1. Justificació del seu interès
 - 4.2. Estat de la qüestió
 - 4.3. Preguntes i objectius
 - 4.4. Hipòtesi de treball
 - 4.5. Metodologia de recerca
 - 4.5.1. Mètode quantitatiu
 - 4.5.2. Mètode qualitatiu (Entrevistes i Observació)
 - 4.5.3. La importància dels mètodes qualitatius
 - 4.6. Mitjans i recursos
 - 4.7. Calendari i localització
5. Rellevància i aportacions
6. Limitacions i Delimitacions
7. Consideracions ètiques
8. Conclusions
9. Referències bibliogràfiques



*Foto portada: [leoon liang](#) by [Unsplash](#)

**Graphic: [freepik.es](#)

1. Keywords:

Nature Classroom, Outdoor Education, Nature-Based Learning, Green Spaces in Schools, Sustainable Development Goals (SDGs), Environmental Education, Brain Health and Nature, Cognitive Benefits of Nature, Nature and Emotional Wellbeing, University and Green Spaces, Natural Educational Environments, Experiential Learning in Nature, Forest School Approach, Biodiversity and Education, Climate Education, Ecological Learning Spaces, Nature and Student Engagement, Learning Through Green Spaces, Holistic Educational Practices, Sustainable Education Models, Outdoor Play and Cognitive Development, Nature-Driven Innovation in Education, Green Spaces and Academic Achievement, Nature and Higher Education, Smart Education and Natural Environments, Technology-Enhanced Nature Learning, Virtual and Augmented Nature Experiences in Schools, Immersive Technologies in Nature-Based Education

2. Abstract:

Integration of Nature into Formal Education: Enhancing Emotional Well-being and Sustainability

This research project addresses the need to reconnect students in compulsory education with the natural environment through immersive technologies, at a time when urban education increasingly distances itself from nature-based settings (Louv, 2008).

The core focus revolves around how emerging tools such as Artificial Intelligence (AI) and Mixed Reality (MR) can foster a more sustainable, meaningful, and emotionally connected learning experience with nature, particularly within urban school environments. While defending the role of digital immersion, the project also emphasizes that technological experiences must not replace physical contact with nature, but rather coexist with and enrich it. A key pedagogical aim is to promote learning that combines the direct experience of touching, breathing, and inhabiting nature with the powerful opportunities of immersive technologies.

Furthermore, this hybrid approach is expected to have a particularly positive impact in the context of inclusive education. Immersive technologies can enhance accessibility for students with special educational needs by offering adapted and alternative ways of perceiving, understanding, and experiencing the natural world. This opens the door to a

more equitable and emotionally connected learning experience for all students, regardless of their physical, sensory, or cognitive conditions.

The research adopts a mixed-methods design, combining qualitative tools (such as interviews and observations) with quantitative instruments (such as surveys and usage data analysis). This approach will allow for a comprehensive evaluation of how immersive technologies can complement direct contact with nature and support emotional, cognitive, and inclusive dimensions of learning in urban educational contexts.

Integració de la Natura en l'Educació Formal: afavorint el benestar emocional i la sostenibilitat

Aquest projecte de recerca parteix de la necessitat de reconnectar l'alumnat de l'etapa d'educació obligatòria secundària amb el medi natural mitjançant tecnologies immersives, en un moment en què l'educació urbana tendeix progressivament a allunyar-se dels entorns naturals (Louv, 2008).

El focus principal se centra en com eines emergents com la intel·ligència artificial (IA) i la realitat mixta (RM) poden afavorir una experiència educativa més sostenible, significativa i emocionalment connectada amb la natura, especialment en contextos escolars urbans. Tot i posar en valor la immersió digital, es defensa que aquesta no ha de substituir el contacte físic amb la natura, sinó que ha de conviure-hi i complementar-lo. Es proposa, així, un aprenentatge que combini l'experiència directa de tocar, respirar i habitar la natura amb les oportunitats enriquidores que ofereixen les tecnologies immersives.

A més, es considera que aquest enfocament híbrid pot tenir un impacte especialment positiu en el marc d'una educació inclusiva, ja que les tecnologies immersives poden millorar l'accessibilitat per a l'alumnat amb necessitats educatives especials, oferint formes adaptades i alternatives de percebre, comprendre i viure el món natural. D'aquesta manera, es promou una experiència educativa més equitativa i emocionalment vinculada per a tot l'alumnat, independentment de les seves condicions físiques, sensorials o cognitives.

La recerca adopta una **metodologia mixta**, que combina tècniques qualitatives (com entrevistes i observació) amb instruments quantitatius (com enquestes i anàlisi de dades d'ús). Aquesta aproximació permetrà una avaluació global sobre com les tecnologies immersives poden complementar el contacte directe amb la natura i reforçar les dimensions emocionals, cognitives i inclusives de l'aprenentatge en contextos educatius urbans.

3. Tema de recerca i títol provisional

Nature Classroom · Reintegració de la Natura en l'Educació mitjançant eines d'Intel·ligència Artificial i Realitat Mixta en entorns principalment urbans.

El projecte de recerca *Nature Classroom* parteix de la constatació d'un desencaix creixent entre el sistema educatiu i el medi natural, especialment en entorns urbans densos, on la infància i adolescència viu sovint allunyada de la natura. Aquesta desvinculació, que Richard Louv va denominar “trastorn per dèficit de natura” (*Nature-Deficit Disorder*, 2008), afecta la salut emocional, el desenvolupament cognitiu i la consciència ecològica de l'alumnat. Les evidències recents mostren que l'accés regular a espais verds es correlaciona amb un millor rendiment acadèmic i un desenvolupament cognitiu més saludable (Kuo et al., 2019; Dadvand et al., 2015).

Davant d'aquest repte, la recerca planteja com la integració educativa de la natura, tant de manera directa com a través de tecnologies immersives com la intel·ligència artificial (IA) i la realitat mixta (RM), pot generar experiències d'aprenentatge més sostenibles, significatives i emocionalment connectades. L'enfocament proposa que la tecnologia no ha de substituir l'experiència física amb la natura, sinó complementar-la i facilitar-ne l'accés en contextos on aquesta és limitada (Chawla, 2015; Sviridova et al., 2023).

A més, es parteix d'un compromís amb l'educació inclusiva: les tecnologies immersives poden millorar l'accessibilitat per a infants amb necessitats educatives especials, oferint formes alternatives de percebre i connectar amb el món natural (Moreno et al., 2024).

Les **preguntes de recerca** són:

1. Com poden els espais naturals, especialment en entorns de muntanya, esdevenir aules sostenibles i emocionalment beneficioses?
2. Com es poden redissenyar entorns escolars per integrar la natura i promoure el benestar i la consciència ambiental?
3. Quin és l'impacte de l'educació basada en la natura en el desenvolupament emocional, cognitiu i social de l'alumnat?
4. Quines barreres dificulten la integració de la natura en entorns educatius urbans?
5. Quines estratègies i aliances poden facilitar aquesta integració (exemple escoles rurals, fundacions mediambientals...)?

Els **objectius de la recerca** són:

- Promoure i analitzar l'impacte de la natura sobre el benestar emocional, el rendiment acadèmic i la consciència ecològica de l'alumnat.
- Identificar bones pràctiques d'aprenentatges basats en la natura, especialment en entorns escolars rurals ja en funcionament i quins són els seus principals beneficis.
- Explorar com les tecnologies immersives actuals poden facilitar l'interès i el coneixement de la natura en entorns escolars urbans.
- Detectar barreres institucionals i propostes transformadores que facilitin la inclusió d'espais verds en el currículum educatiu.
- Formular propostes pedagògiques sostenibles i inclusives que combinin natura i tecnologia dins de les aules

Aquesta recerca, com es desenvoluparà més endavant, es fonamenta en una metodologia mixta que combina instruments quantitatius (enquestes) i qualitius (entrevistes i observació directa) en contextos escolars tant urbans com rurals. Aquesta aproximació permet obtenir una visió més àmplia, profunda i rigorosa del fenomen estudiat. L'objectiu final és elaborar un model d'intervenció educatiu que sigui transferible i adaptatiu, amb un enfocament clarament alineat amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), especialment els ODS 4 (educació de qualitat), 11 (ciutats i comunitats sostenibles) i 13 (acció climàtica).

Director de tesis: **Guillermo Bautista Pérez**

4. Detalls específics de la proposta

4.1 Justificació del seu interès

En les darreres dècades, l'educació reglada ha patit una creixent desconexió del medi natural, especialment en entorns urbans on l'accés als espais verds és escàs i sovint infrautilitzat. Aquest distanciament, impulsat per la pressió acadèmica, l'ús excessiu de tecnologies i el desenvolupament urbanístic (Louv, 2008), ha provocat una pèrdua progressiva de la relació entre l'alumnat i el seu entorn natural. Aquesta desconexió afecta negativament el benestar emocional i físic dels estudiants, així com la seva consciència ambiental i la seva capacitat d'entendre i afrontar els reptes globals del segle XXI.

Diversos estudis (Kuo et al., 2019; Dadvand et al., 2015; Waite, 2013) han evidenciat que l'accés habitual a la natura millora el rendiment acadèmic, redueix l'estrès, augmenta la capacitat d'atenció i fomenta habilitats socials i emocionals. Tot i així, la integració estructural de la natura dins el sistema educatiu continua sent parcial i desigual. Si bé la LOMLOE (Llei orgànica 3/2020) promou una educació més sostenible i inclusiva, aquesta encara no especifica estratègies concretes per incorporar l'entorn natural com a recurs pedagògic actiu, especialment en les àrees urbanes.

Aquesta recerca parteix d'una doble preocupació: d'una banda, la necessitat de revertir la separació estructural entre educació i natura; de l'altra, la voluntat d'explorar com les tecnologies immersives, com la intel·ligència artificial (IA) i la realitat mixta (RM), poden actuar com a eines complementàries per acostar la natura a contextos educatius que en viuen allunyats. Aquest enfocament no pretén substituir l'experiència directa amb el medi natural, sinó ampliar-ne l'abast i l'accessibilitat, especialment per a l'alumnat amb necessitats educatives especials, que pot trobar en les tecnologies immersives formes adaptades i enriquidores de viure i comprendre la natura (Turan & Cilligöl Karabey, 2023).

A més, s'hi sumen altres barreres com la manca de formació específica del professorat, la insuficiència de recursos naturals a les ciutats i la rigidesa curricular. La literatura científica (Tilbury, 2011; Higgins et al., 2005) indica que la formació contínua dels docents i l'enfocament experiencial són claus per implementar una educació verda i transformadora. Les escoles rurals, que tradicionalment han incorporat la natura al seu dia a dia, poden esdevenir models d'inspiració per als entorns urbans, gràcies als seus bons resultats pel que fa a concentració, comportament i benestar de l'alumnat (Waite, 2013).

Aquesta investigació vol també crear una línia de suport i ampliació al projecte **"The classroom of the future: design and spatial configuration to learn for the 21st century"**, per seguir proposant i generant coneixement útil per a transformar els espais educatius en àmbits que promoguin el benestar integral i la consciència ecològica. Mitjançant una metodologia mixta (quantitativa i qualitativa), el projecte vol

identificar bones pràctiques, barreres i oportunitats per integrar la natura a l'educació, alhora que ofereix propostes aplicables i replicables orientades a assolir els Objectius de Desenvolupament Sostenible citats anteriorment (ODS 4, 11 i 13).

4.2. Estat de la qüestió

Natura i aprenentatge: fonaments teòrics i evidències empíriques

Diversos estudis ja han evidenciat que el contacte regular amb la natura influeix positivament en el desenvolupament integral dels infants i joves. A partir del concepte de Nature-Deficit Disorder, Louv (2008) denuncia l'impacte negatiu d'una educació desconnectada del medi natural i advoca per una experiència educativa immersiva i constant a la natura. Aquesta proposta no es limita a sortides puntuals, sinó que promou una integració estructural i quotidiana del món natural en la vida educativa.

Els treballs de Wells (2000) i Dadvand et al. (2015) corroboren empíricament aquesta idea. Els seus estudis demostren que la presència de verdor en entorns escolars i residencials s'associa amb millores significatives en les funcions cognitives, l'atenció, la memòria i la regulació emocional. Igualment, la investigació de Kuo et al. (2019) posa de manifest com els estudiants de zones urbanes amb més accés a espais verds obtenen millors resultats acadèmics, especialment en contextos de vulnerabilitat socioeconòmica.

Tot i aquests resultats, la integració de la natura als espais d'aprenentatge continua sent discontinua i marginal, sovint reduïda a activitats esporàdiques sense continuïtat ni arrelament curricular. Aquesta situació revela la necessitat urgent de models pedagògics que entenguin la natura com a part estructural del currículum i no com un recurs perifèric o extracurricular.

Tecnologies immersives i educació ambiental: un camp emergent

Davant les dificultats d'accés físic a la natura en entorns urbans, les tecnologies immersives com la realitat virtual (RV), la realitat augmentada (RA) i la intel·ligència artificial (IA) obren noves possibilitats per aproximar l'alumnat a experiències naturals de manera enriquidora i contextualitzada. Segons Radianti et al. (2020), aquestes tecnologies poden crear escenaris interactius altament realistes que fomentin el pensament ecològic i l'empatia ambiental. Així mateix, Liu et al. (2021) destaquen com aquestes eines poden simular ecosistemes complexos, facilitant la comprensió de processos ambientals que serien difícils d'explicar amb mètodes tradicionals.

Moreno et al. (2022) i Xie et al. (2023) presenten estudis de cas en què l'ús de visites virtuals, simuladors d'ecosistemes o activitats de ciència ciutadana mitjançant IA han generat un alt grau de motivació, implicació emocional i comprensió ambiental per part de l'alumnat. Aquestes experiències poden, a més, contribuir a reduir les desigualtats educatives en contextos amb baixa disponibilitat de recursos naturals.

Percepcions del professorat i condicions de possibilitat

Tot i les potencialitats exposades, l'eficàcia d'aquestes tecnologies depèn en gran mesura de la seva acceptació i integració per part del professorat. Estudis com els d'Ertmer et al. (2012) i Tondeur et al. (2017) mostren que les actituds docents són determinants per a l'ús efectiu de les TIC, especialment quan es tracta d'eines immersives, encara poc conegudes i sovint percebudes com a complexes o allunyades del currículum.

D'una banda, diversos docents valoren positivament el potencial pedagògic d'aquestes tecnologies per estimular la curiositat, l'aprenentatge significatiu i el pensament crític (Bower et al., 2014; Parong & Mayer, 2018). D'altra banda, també es detecten resistències vinculades a la manca de formació, al desconeixement tècnic i a l'escassetat de materials didàctics adaptats (López-Pérez et al., 2022). Aquestes limitacions es veuen agreujades en entorns urbans on les polítiques educatives no contemplen de forma estructural la connexió amb la natura.

Col·laboració educativa i aliances ecosistèmiques

Una de les oportunitats més rellevants per fer avançar una educació tecnonatural és la creació de xarxes de col·laboració entre escoles, universitats, entitats ambientals i comunitats locals. Experiències com la **Transpirenaica Social Solidària**, la **Fundació Pere Tarrés** o la **Fundació Kilian Jornet** poden esdevenir aliades estratègiques en la generació de recursos educatius immersius vinculats a entorns com els Pirineus o la Serra de Tramuntana.

Aquest enfocament multiactoral permet superar les limitacions d'una acció educativa aïllada i avançar cap a una pedagogia territorialment arrelada, socialment inclusiva i tecnològicament innovadora. Les universitats, per la seva banda, poden contribuir mitjançant la recerca aplicada, la formació docent i el desenvolupament de materials digitals contextualitzats.

L'educació tecnonatural: reptes i horitzons

Les evidències revisades mostren que l'ús de tecnologies immersives no ha de substituir el contacte directe amb la natura, sinó que pot actuar com a facilitador, especialment en contextos on aquest contacte és limitat. En paraules de David Sobel (2017):

“Si volem que els infants estimen la Terra, hem de permetre que hi estableixin un vincle profund abans de demanar-los que la salvin”.

Les TIC immersives poden ajudar a obrir finestres sensorials cap a entorns naturals, reforçar valors ambientals i afavorir una educació més crítica i transformadora. No obstant això, per fer-ho possible cal superar barreres estructurals, com la manca de formació docent, les resistències institucionals o l'absència d'un marc curricular clar.

Aquests desafiaments representen els punts d'inflexió que la present recerca pretén abordar.

Aquest estat de la qüestió posa les bases per a un marc teòric i metodològic sòlid que guiarà el projecte Nature Classroom, amb la voluntat de construir un model educatiu que combini l'arrelament a la natura amb les oportunitats de la innovació tecnològica, especialment en contextos educatius urbans.

4.3. Preguntes i objectius

La recerca té com a objectiu principal explorar la relació entre els espais naturals i l'educació moderna, analitzant com la integració de la natura en els processos educatius influeix en els resultats d'aprenentatge, el benestar emocional i el desenvolupament social dels estudiants. El projecte també se centrarà en la creació de solucions innovadores que facilitin la inclusió de la natura als entorns educatius urbans, utilitzant tecnologies immersives com la realitat virtual (RV) i la intel·ligència artificial (IA) per superar les barreres físiques de l'espai natural.

Preguntes de recerca:

Les preguntes de recerca proposades inicialment tenen l'objectiu d'incloure l'ús de les TIC i la tecnologia immersiva, per facilitar la integració de la natura en l'educació actual:

- Com podem redissenyar els entorns educatius per integrar la natura de manera efectiva, promovent el benestar dels estudiants i la seva consciència ambiental?
- Com afecta la presència de la natura en els entorns educatius la consciència ambiental dels estudiants i la seva disposició per abordar problemes globals com el canvi climàtic?
- Quines estratègies pràctiques estan implementant les escoles rurals per aprofitar els espais naturals en l'educació i com poden aquestes pràctiques ser aplicades a entorns urbans mitjançant l'ús de tecnologia immersiva?
- Com poden convertir-se els espais naturals i les muntanyes en aules naturals per a una educació sostenible i emocionalment beneficiosa per als estudiants?
- Quins són els beneficis observats de l'aprenentatge basat en la natura pel que fa al desenvolupament emocional, cognitiu i social dels estudiants, especialment en edats adolescents i en alumnes amb necessitats especials?

- Quines barreres i limitacions enfronten les escoles urbanes en la integració de la natura en el seu currículum, i com poden les TIC (com la realitat virtual i la IA) ajudar a superar-les?
- Quin paper tenen les organitzacions mediambientals, com la Fundació Kilian Jornet, per donar suport a la integració de la natura en l'educació i què es pot aprendre de les seves iniciatives en el context dels ODS 2030, especialment pel que fa a la responsabilitat ecològica?
- Com poden les TIC, la realitat virtual i la intel·ligència artificial esdevenir ponts per integrar de manera significativa la natura en l'educació urbana, afavorint experiències inclusives i adaptades a l'alumnat amb necessitats especials dins del currículum escolar?

Els objectius generals de la recerca inclouen:

- Demostrar com l'educació ha de reconnectar-se amb la natura i implicar-se en aquesta de manera responsable i activa, aprofitant els espais naturals com a eines pedagògiques.
- Explorar la importància de la natura en un món digitalitzat per millorar la salut física i emocional dels nens, utilitzant activitats a l'aire lliure com a mitjà per desenvolupar habilitats socials i emocionals.
- Crear espais naturals dins les aules de centres escolars i universitats, integrant la natura com un element educatiu actiu.
- Analitzar casos d'èxit d'escoles rurals que ja integren la natura com a part del seu model educatiu, i identificar pràctiques que puguin ser replicades en entorns urbans.
- Desenvolupar materials virtuals immersius, projectes i recursos de realitat virtual, per promoure la integració de la natura a l'educació, especialment en espais urbans.
- Posar en marxa projectes educatius pràctics que puguin ser inclosos en el currículum d'educació secundària, especialment per a alumnes amb necessitats especials.

Aquestes accions no només afavoriran l'accés a espais naturals, sinó que també permetran que els estudiants tinguin experiències immersives amb la natura, fins i tot en entorns on l'accés directe a la natura és limitat.

4.4. Hipòtesi de treball

L'objectiu principal d'aquesta tesi és analitzar i demostrar com la integració de la natura dins l'educació formal, especialment en entorns urbans, pot ser significativament reforçada mitjançant l'ús de tecnologies immersives com la realitat mixta, la realitat virtual i la intel·ligència artificial. Aquesta integració es planteja no només com una resposta a la manca d'accés directe a la natura, sinó com una estratègia educativa innovadora que promou el benestar, la inclusió i la consciència ecològica en l'alumnat adolescent (12-17 anys), amb especial atenció als estudiants amb necessitats educatives especials (NESE).

Hipòtesi provisional principal de treball:

La integració de la natura a través de tecnologies immersives com la realitat mixta i la intel·ligència artificial en entorns educatius urbans en edats adolescents (12-17 anys) fomenta el benestar emocional, la inclusió educativa d'alumnes amb necessitats especials i una consciència ecològica més activa.

Aquesta hipòtesi parteix de la premissa que les tecnologies immersives poden compensar les limitacions físiques de l'entorn urbà i generar una nova manera d'educar en i amb la natura, especialment en contextos on l'accés directe és difícil.

Tot i que es valoren altres possibles complementàries:

- Reintegrar la natura dins del currículum escolar de secundària mitjançant solucions tecnològiques innovadores en entorns urbans transforma l'educació formal en una eina d'inclusió, sostenibilitat i desenvolupament integral de l'alumnat.
- La creació d'aules naturals augmentades amb intel·ligència artificial i realitat virtual facilita la connexió amb la natura en espais urbans i millora el rendiment, la inclusió i la competència ecològica dels estudiants, especialment en la franja adolescent i en alumnat amb NESE.

Conclusions a les quals s'intentarà arribar:

A partir de l'exploració d'experiències educatives ja existents, l'anàlisi de casos d'èxit i la proposta de models híbrids innovadors, la tesi espera arribar a les següents conclusions:

- Les tecnologies immersives poden actuar com a pont efectiu entre l'educació urbana i l'experiència natural, obrint nous escenaris per a l'aprenentatge ecològic i el benestar educatiu.
- És possible dissenyar i implementar estratègies pedagògiques amb suport d'IA i realitat virtual que promoguin la inclusió de l'alumnat amb NESE, fomentant la

seva participació activa i el seu desenvolupament personal en entorns d'aprenentatge més rics i adaptats.

- L'educació ambiental pot convertir-se en una dimensió transversal del currículum, mitjançant metodologies innovadores que vinculin l'ecologia amb les competències digitals i socials, i que siguin transferibles a altres etapes educatives o territoris.
- L'enfocament tecnonatural té el potencial de reformular el concepte d'aula, deslocalitzant-lo i convertint-lo en una experiència expandida que articula natura, ciutat i tecnologia en benefici de l'educació integral.

4.5. Metodologia de recerca

Aquest projecte de recerca utilitza una metodologia mixta que combina tècniques de recollida de dades quantitatives i qualitatives. Aquest enfocament garanteix una comprensió global de com interactuen els espais naturals amb l'educació moderna.

Mètodes quantitatius

S'administraran enquestes a tres grups principals:

- Alumnat: per explorar les seves percepcions, experiències i respostes emocionals respecte a la natura en l'entorn educatiu.
- Docents: per investigar les pràctiques pedagògiques, les barreres i les oportunitats relacionades amb la integració d'espais naturals en l'educació.
- Famílies: per examinar el coneixement, les actituds i el suport parental envers les iniciatives d'educació a l'aire lliure i immersives.

Les enquestes tenen com a objectiu recollir un conjunt ampli de dades per identificar tendències i obtenir informació rellevant sobre com es relacionen aquests grups amb els espais naturals i la tecnologia immersiva.

Mètodes qualitatius

L'enfocament qualitatiu es basa en dues metodologies principals: entrevistes i observacions in situ.

Entrevistes

Es duran a terme entrevistes amb representants clau d'organitzacions com la *Fundació Kilian Jornet*¹, centrades en les seves iniciatives, perspectives i experiències en la promoció dels espais naturals dins l'àmbit educatiu i especialistes en experiències immersives educatives. També s'entrevistaran experts en la temàtica com Fernando Campillo, que afirma:

*"A les escoles amb zones verdes, el rendiment és més alt."*²

*"Amb només dues hores setmanals de contacte amb la natura ja es comencen a notar beneficis importants per a la salut. La recomanació és: com més temps, millor, i com menys intervingut per l'ésser humà sigui l'entorn, també millor."*³

Aquestes entrevistes semiestructurades inclouran preguntes entorn als següents àmbits:

- Iniciatives i programes: revisió dels esforços d'entitats per connectar les comunitats, especialment les noves generacions, amb la natura, amb èmfasi en els programes educatius.
- Perspectives sobre l'educació: visió sobre el paper de la natura en el desenvolupament emocional, social i cognitiu de l'alumnat.
- Reptes i oportunitats: anàlisi dels obstacles en la implementació de programes de connexió amb la natura, com poden ser les limitacions urbanes, de finançament o de sensibilització.
- Col·laboració amb escoles: exemples de projectes en què les entitats o especialistes han treballat conjuntament amb centres educatius per fomentar l'aprenentatge en entorns naturals sense o amb l'ús de la tecnologia immersiva.

Tot i que la **Fundació Kilian Jornet** serà un dels eixos centrals i inicials per la seva connexió entre muntanya i educació, també s'entrevistaran altres entitats com ADENC, Transpirenaica Social Solidaria (TSS), Sostenibles.cat, Dmocions o Lurpa.org, que formaran part de l'ampliació de la recerca per fer-la més extensa i rigorosa.

Observació in situ

El segon pilar qualitatiu se centrarà en observacions in situ en escoles rurals o associacions educatives que integren activament la natura en les seves pràctiques pedagògiques. Aquestes escoles formen part de la Xarxa d'Escoles Rurals de Catalunya, accessible a través de la plataforma oficial *Escoles Rurals* d'Xtec.

¹ <https://www.kilianjornetfoundation.org>

²

<https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2024-09-02/ferran-campillo-pediatra-ambiental-en-los-colegios-con-zonas-verdes-hay-mas-rendimiento.html>

³

https://www.eldiario.es/ballenablanca/365_dias/ferran-campillo-horas-semana-contacto-naturaleza-efectos-salud-ninos_128_10310620.html

Les observacions es realitzaran seguint una pauta estructurada que inclourà:

- **Entorn físic:** anàlisi dels espais naturals disponibles a l'escola o als voltants, com boscos, horts o camps oberts.
- **Activitats educatives:** registre de les pràctiques docents i la participació de l'alumnat durant les sessions a l'aire lliure, amb especial atenció a activitats innovadores en ciències, art o educació física.
- **Interacció docent-alumnat:** observació de la comunicació, la col·laboració i la connexió emocional entre docents i alumnat en contextos naturals.
- **Comportament de l'alumnat:** valoració de com interactuen amb l'entorn natural, tot identificant signes de concentració, curiositat, treball cooperatiu i benestar emocional.
- **Integració de tecnologies immersives en l'educació:** anàlisi de com s'incorporen les TIC i els espais naturals dins del currículum, detectant si aquestes pràctiques són puntuals o sistemàtiques i les possibilitats de futur que ofereixen.

Aquestes observacions es faran al llarg de diversos dies per garantir una mostra representativa. Les dades es recolliran mitjançant notes de camp detallades i, quan sigui possible, fotografies per documentar exemples concrets.

La importància dels mètodes qualitatius

La combinació d'entrevistes i observació permetrà la triangulació de dades, incrementant la validesa dels resultats. Les entrevistes aportaran una visió macro sobre el potencial de la natura dins l'educació, mentre que les observacions proporcionaran una perspectiva micro, arrelada en la pràctica quotidiana.

Les dades qualitatives s'analitzaran a partir de codificació temàtica per identificar patrons recurrents, temes emergents i casos específics rellevants. Els resultats contribuiran a formular recomanacions aplicables a polítiques i pràctiques educatives. A més, parts de les entrevistes i observacions podrien ser utilitzades en un documental, creant un recurs audiovisual que doni suport a la recerca i a la divulgació de les iniciatives d'educació en la natura.

Els instruments seleccionats, enquestes quantitatives, entrevistes qualitatives i observació directa, són especialment adequats per explorar la relació entre espais naturals i educació contemporània immersiva. Aquesta metodologia mixta permet recollir dades tant a gran escala com amb una profunditat qualitativa essencial per a la comprensió holística del fenomen estudiat.

Les enquestes estructurades dirigides a estudiants, docents i famílies faciliten la recopilació d'opinions i actituds àmplies i fiables, assegurant la comparabilitat entre grups. La seva escalabilitat permet incorporar una àmplia diversitat de participants.

D'altra banda, les entrevistes amb entitats com la Fundació Kilian Jornet ofereixen una mirada experta sobre el paper de la natura en l'educació, els desafiaments existents i les estratègies d'integració. Les observacions directes aporten informació vivencial i pràctica, capturant interaccions espontànies, connexions emocionals i comportaments no verbals que difícilment s'obtenen amb altres mètodes.

Amb aquest enfocament integrat, la recerca respon a les preguntes del què (amb les dades quantitatives) i del perquè i com (amb la part qualitativa), assolint una comprensió profunda i multifacètica del tema. El disseny metodològic mixt reforça la validesa dels resultats i esdevé fonamental per assolir els objectius d'aquesta investigació.

4.6. Mitjans i recursos

Per garantir el desenvolupament òptim d'aquesta recerca doctoral, és fonamental comptar amb els recursos materials, tecnològics i institucionals adequats que permetin executar les diferents fases del projecte de manera eficaç, especialment en una investigació que integra metodologies mixtes i l'ús de tecnologies immersives aplicades a l'educació ambiental.

En aquest sentit, es preveu l'ús inicial d'un conjunt de programaris i eines tecnològiques essencials per al desenvolupament de la recerca. Aquesta selecció estarà subjecta a una revisió contínua al llarg del projecte, en funció de l'evolució de les necessitats metodològiques i dels avenços en les diferents fases del treball.

- **NVivo** (QSR International): Programari d'anàlisi qualitativa que permet la codificació i gestió de grans volums de dades textuais provinents d'entrevistes, observacions i transcripcions. Aquesta eina serà clau per al tractament rigorós de les dades qualitatives obtingudes a través del treball de camp.
- **ClassVR** (<https://www.classvr.com>): Plataforma de realitat virtual educativa que permet la creació i l'ús d'experiències immersives vinculades a la natura, especialment útil per a contextos escolars urbans amb accés limitat al medi natural. Aquesta eina contribuirà a la fase experimental del projecte i a la cocreació de materials amb centres participants.
- També s'utilitzaran eines basades en intel·ligència artificial, com **AI Literature Review Generator**, per agilitzar la detecció de fonts rellevants i tendències en la literatura científica. A més, de la versió premium d'IA Generativa que es farà servir com a assistent intel·ligent per donar suport a la redacció i revisió acadèmica, la síntesi d'informació i l'organització del contingut, sempre sota supervisió crítica i amb finalitats complementàries al treball investigador.

- **Google Forms:** Eina accessible i fiable per a la creació i distribució de qüestionaris en línia adreçats a alumnat, docents, famílies i experts. Permet la recollida de dades quantitatives de manera senzilla, segura i centralitzada.
- **Mendeley:** Gestor de referències bibliogràfiques que facilitarà l'organització de les fonts documentals, la citació automàtica i la construcció de la base teòrica de la tesi amb rigor acadèmic. També es consideraran altres bases de dades reconegudes acadèmiques com: **Researchgate, Scopus, ERIC, Google Scholar, Academia Edu i Dialnet.**

També es preveu l'ús de recursos complementaris com programari d'ofimàtica per a la redacció de documents, plataformes de videoconferència per dur a terme entrevistes i reunions a distància, i aplicacions de transcripció i edició d'àudio que facilitaran el tractament eficient de les dades recollides durant el treball de camp. A més, es faran servir eines digitals de disseny i comunicació visual (com **Canva, Genially o Adobe Express**) per elaborar materials gràfics, infografies i presentacions atractives que facilitin la difusió dels resultats i aportin un format més accessible i creatiu a la tesi doctoral.

Pressupost indicatiu i vies de finançament

Per tal d'assegurar el correcte desenvolupament i implementació d'aquesta recerca, es plantejarà un pressupost orientatiu amb diverses opcions de finançament i col·laboració:

Fonts de finançament possibles:

- **Ministeri d'Universitats (Espanya):** Beques FPU / FPI per a estudis doctorals.
- **Generalitat de Catalunya:** Beques **AGAUR** i programes de suport a la recerca.
- **Horizon Europe (Unió Europea):** Projectes centrats en sostenibilitat i educació.
- **Govern de les Illes Balears:** Ajuts específics per a recerca ambiental i educativa (Conselleria d'Educació).
- Fundacions privades: **Fundació Kilian Jornet, Fundación Biodiversidad**, entre d'altres.

Suport institucional:

- Accés a infraestructura universitària, sales de reunió, llicències compartides (ex. **NVivo**), i suport metodològic i tècnic.
- Col·laboracions amb centres educatius, tant rurals com urbans, per reduir costos logístics i garantir el desenvolupament del treball de camp.

Suport organitzatiu:

- **Parcs naturals i nacionals del territori espanyol:** poden oferir suport logístic i educatiu a través dels seus programes d'educació ambiental, facilitant espais per a activitats pilot i col·laboracions en la creació de materials didàctics vinculats al projecte.
- **Ajuntaments i governs locals:** possibles subvencions per a projectes educatius innovadors en sostenibilitat.
- **Col·laboració amb ONGs i entitats ambientals (com WWF, SEO/BirdLife),** que poden oferir assessorament, recursos o suport logístic en activitats de sensibilització i cocreació.
- Patrocini empresarial: especialment d'empreses de l'àmbit outdoor, edtech o energies renovables, alineades amb els ODS.

Es preveu que la recerca requereixi inicialment uns recursos moderats, però mantinguts de manera sostinguda durant un període de 4 a 5 anys. Aquesta demanda pot variar en funció del nivell d'experimentació tecnològica i de l'abast de les activitats de cocreació i transferència que s'hi desenvolupin. La flexibilitat metodològica prevista, juntament amb el suport d'aliances educatives, ambientals i institucionals, permetrà optimitzar l'ús dels recursos disponibles i incrementar la rellevància, aplicabilitat i impacte de la pròpia investigació.

4.7. Calendari i localització

Aquest projecte de recerca doctoral està previst desenvolupar-ho entre els anys 2024 i 2029, i se centrarà en la integració de l'aprenentatge basat en la natura dins l'educació formal, inicialment a l'àrea geogràfica de Catalunya, amb la possibilitat d'estendre's a altres regions confrontants, com ara les Illes Balears (per exemple, a la **Serra de Tramuntana**) i la comunitat d'Aragó (**Parc Nacional d'Ordesa i Mont Perdut**).

Com s'ha explicat amb anterioritat l'estudi utilitzarà un enfocament de mètodes mixtos, recollint dades quantitatives i qualitatives per avaluar els impactes cognitius, emocionals i socials de l'educació basada en la natura, així com les barreres sistèmiques per a la seva implementació.

Fase 1: Recerca preliminar i disseny (2024-2025)

- **Revisió de la literatura:** Es durà a terme una revisió extensa dels estudis existents sobre educació basada en la natura i les tecnologies immersives que l'afavoreixen. Es posarà el focus en marcs teòrics rellevants per als contextos culturals, ecològics i educatius de Catalunya.
- **Identificació d'agents implicats:** Es seleccionaran escoles, organitzacions ambientals (per exemple, la Fundació Kilian Jornet) i responsables polítics i educatius com a actors clau. Es mapificaran entorns escolars tant rurals com urbans per a la recollida de dades.

- **Estudi pilot:** Es dissenyaran i testaran instruments d'enquesta i protocols d'entrevista amb una mostra reduïda de docents i famílies. Es realitzaran observacions inicials en escoles seleccionades amb diferents nivells d'accés a espais naturals.

Fase 2: Recollida de dades (2025-2027)

- **Recollida de dades quantitatives:**
 - Es distribuïran enquestes tant en format digital com en paper a docents, alumnes (d'entre 12 i 17 anys) i famílies d'escoles rurals i urbanes de Catalunya i les Illes Balears. Els temes inclouran actituds ambientals, benestar percebut i dificultats per accedir a la natura.
 - **Seguiment longitudinal:** Es farà un seguiment de dues temporades escolars a les escoles enquestades per avaluar l'impacte de les iniciatives educatives basades en la natura i la immersió tecnològica que s'hi implementin.
- **Recollida de dades qualitatives:**
 - **Entrevistes i grups focals:** Es duran a terme entrevistes en profunditat a docents, equips directius i especialistes en immersió natural a l'educació. A més, es formaran grups focals amb famílies i estudiants per explorar les seves percepcions i experiències amb la natura dins l'educació. Aquestes entrevistes inclouran també la percepció sobre l'ús de tecnologies immersives, com la Intel·ligència Artificial (IA) i la Realitat Mixta (RM), com a eines per facilitar el contacte amb la natura, especialment en contextos urbans o amb accés limitat als entorns naturals.
 - **Estudis de cas:** Es desenvoluparan estudis de cas en escoles amb programes existents d'educació basada en la natura (com ara escoles bosc o aules a l'aire lliure), amb especial atenció a aquelles que ja implementen o estan obertes a integrar tecnologies immersives com la RM per enriquir l'experiència educativa en relació amb la natura.
 - **Estudis observacionals:** S'efectuaran observacions sistemàtiques en escoles seleccionades, centrades en activitats d'aprenentatge a l'aire lliure i en entorns naturals, així com en activitats mediatades per tecnologies immersives. L'observació es focalitzarà en la implicació dels estudiants, el seu benestar emocional i el desenvolupament de responsabilitat ecològica.
- **Aliances comunitàries i tecnològiques:**
 - Es col·laborarà amb organitzacions ambientals locals i entitats educatives compromeses amb la sostenibilitat per implementar i fer seguiment d'iniciatives educatives vinculades a la natura. Aquestes aliances també

inclouran institucions i experts en tecnologies immersives, amb l'objectiu de desenvolupar i incorporar recursos educatius basats en la Intel·ligència Artificial (IA) i la Realitat Mixta (RM). Aquest enfocament permetrà complementar o ampliar l'experiència directa amb la natura, especialment en entorns urbans o amb accés limitat, fomentant una educació ambiental més accessible, innovadora i significativa.

Fase 3: Anàlisi, síntesi de dades i tancament (2027-2029)

- Anàlisi qualitativa i temàtica de les dades (entrevistes, observacions, materials visuals).
- Elaboració d'informes preliminars per compartir amb agents col·laboradors.
- Elaboració de la tesi doctoral i preparació per a la seva defensa: redacció final del manuscrit, revisió amb el director de tesi, i preparació de la presentació i defensa pública.
- Difusió dels resultats en jornades, congressos i publicacions científiques.

Ubicacions proposades

Les ubicacions principals de la recerca inclouran una gamma diversa d'escoles de Catalunya i les Illes Balears, assegurant una comparació completa entre entorns educatius urbans i rurals. La selecció d'aquestes ubicacions pretén captar els reptes i oportunitats específiques per integrar espais naturals en l'educació, adaptats a diferents contextos geogràfics i socials.

Catalunya

- Zones urbanes: Escoles situades a Barcelona i les seves àrees metropolitanes. Aquestes ubicacions es centraran a entendre les barreres per incorporar espais naturals dins entorns densament poblats i explorar solucions innovadores per a la sostenibilitat urbana i l'educació ambiental.
- Zones rurals: Escoles situades als Pirineus i altres zones muntanyoses. Aquests entorns ofereixen una connexió directa amb el paisatge natural, fet que els fa ideals per estudiar com l'accessibilitat a la natura pot millorar l'educació i fomentar la consciència ambiental.

Illes Balears

- Serra de Tramuntana: Escoles properes a aquest paratge natural declarat Patrimoni Mundial per la UNESCO seran incloses. Es posarà especial atenció a utilitzar la seva biodiversitat com a recurs educatiu. La col·laboració amb

entitats ambientals locals serà clau per entendre com l'acció comunitària reforça l'educació ecològica i les pràctiques sostenibles.

Aragó

- Zona Pirineus i Parc Nacional d'Ordesa i Mont Perdut: Es contemplarà la inclusió d'escoles situades a l'entorn d'aquest parc nacional per analitzar com l'educació en contextos d'alta riquesa ecològica i paisatgística pot afavorir el desenvolupament integral de l'alumnat. L'objectiu serà estudiar pràctiques educatives vinculades a la natura i explorar la possible aplicació d'eines immersives com la realitat mixta i la IA per fer-les accessibles en altres territoris.

Aquest enfocament multiregional oferirà una visió valuosa de com els factors geogràfics i culturals influeixen en la integració de la natura dins els sistemes educatius.

5. Rellevància i aportacions

Aquesta recerca pretén cobrir buits detectats en la literatura actual analitzant com una connexió estructurada i contínua amb la natura pot afavorir el benestar i el rendiment cognitiu dels estudiants, especialment en entorns urbans amb accés limitat a espais verds o poc aprofitats, com ara el Baix Llobregat.

S'estudiaran tant escoles urbanes com rurals, comparant l'impacte de programes educatius basats en la natura. A més, s'incorporarà la **immersió tecnològica** amb **Intel·ligència Artificial (IA)** i **Realitat Mixta (RM)** per generar experiències immersives en entorns naturals simulats, afavorint la connexió amb la natura en centres on aquesta no és fàcilment accessible.

Principals contribucions:

- **Models pràctics replicables** d'integració de la natura a l'educació en entorns urbans, potenciats per eines digitals immersives.
- **Evidència empírica** dels beneficis emocionals, cognitius i ambientals de l'educació basada en la natura.
- **Contribució als ODS:** L'estudi pretén reforçar els Objectius de Desenvolupament Sostenible 4, 11, i 13 mitjançant una educació transformadora i sostenible.

S'espera que la recerca proporcioni recomanacions aplicables per a docents, responsables polítics i institucions educatives per redissenyar els entorns escolars amb criteris de sostenibilitat, inclusió i tecnologia immersiva.

6. Limitacions i Delimitacions

- El període de recollida de dades pot limitar els resultats a curt termini.
- L'àmbit geogràfic, centrat a Catalunya, Illes Balears i Aragó, pot no ser suficientment extrapolable a altres contextos i realitats geogràfiques.
- El biaix de resposta pot aparèixer en enquestes, especialment en temes ambientals i immersius tan innovadors.
- Les dificultats logístiques de coordinació amb escoles i organitzacions pot presentar obstacles.
- Diversitat de la mostra, garantir una representació diversa cultural i socioeconòmicament pot ser un repte.
- La dependència de tecnologies (IA, RM i sistemes audiovisuals) pot generar problemes tècnics o de gestió de dades.
- Factors externs com el clima, canvis en polítiques educatives o disponibilitat d'espais verds poden influir els resultats.
- També caldrà comptar amb recursos econòmics i humans suficients per garantir una investigació profunda i eficient.

7. Consideracions ètiques

La recerca es durà a terme sota principis ètics rigorosos:

- Consentiment informat de tots els participants i, en cas d'alumnes menors d'edat, autorització de les famílies.

- Anonimat i confidencialitat de les dades garantides mitjançant sistemes segurs d'emmagatzematge.
- Respecte cultural i adaptació de les metodologies a la diversitat dels participants.
- Inclusió tecnològica responsable, vetllant per un ús segur i transparent de la IA i la Realitat Mixta durant l'experimentació educativa.

8. Conclusions

La investigació vol trencar la barrera entre l'educació formal i la natura, explorant com aquesta pot integrar-se en el dia a dia escolar. L'objectiu és entendre com els entorns naturals, reals o recreats amb tecnologia immersiva (IA + RM), poden millorar el desenvolupament integral dels alumnes.

Mitjançant la comparació entre escoles urbanes i rurals, es posaran en relleu les barreres i oportunitats per a una educació més sostenible i connectada amb la natura. La col·laboració amb entitats locals ajudarà a dissenyar estratègies concretes i alineades amb els ODS.

S'esperen resultats que mostrin una millora en el benestar emocional, el rendiment cognitiu i el compromís ambiental dels estudiants, alhora que es proposaran recomanacions per adaptar sistemes educatius a una visió més ecològica i tecnològica del futur.

9. Referències bibliogràfiques

Almenara, J. C., Cejudo, C. L., & Palacios-Rodríguez, A. (Eds.). (2023). *Educational digital transformation: New technological challenges for competence development*. Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/978-2-8325-3568-4>

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education – Cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>

Chawla, L. (2015). Benefits of nature contact for children. *Journal of Planning Literature*, 30(4), 433–452. <http://dx.doi.org/10.1177/0885412215595441>

Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22, 449–462. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>

Dadvand, P., et al. (2015). Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(26), 7937–7942. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503402112>

Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423–435. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>

Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. (2019). Do experiences with nature promote learning? *Frontiers in Psychology*, 10, 305. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00305>

Liu, D., Dede, C., Huang, R., & Richards, J. (2021). *Virtual, augmented, and mixed realities in education*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-5490-7>

López Pérez, T. E., Manzano Pérez, R. S., Manzano Pérez, R. J., & Zumbana Herrera, L. F. (2022). Estrategias metodológicas para reforzar el proceso de enseñanza-aprendizaje en niños de educación básica. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 2(S1), 254. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2022254>

Louv, R. (2005). *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*. Atlantic Books.

Louv, R. (2008). Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder. *Education Review*. <https://richardlouv.com/blog/what-is-nature-deficit-disorder>

Moreno, E., et al. (2024). Empowering abilities: Increasing representation of students with disabilities in the STEM field. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2409.12251>

Moreno, R., Martínez, J., & Pérez, A. (2022). Integrating immersive technologies in environmental education: A case study. *Journal of Environmental Education*, 53(4), 245–258. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-50259-1>

Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785–797. <https://doi.org/10.1037/edu0000241>

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Selwyn, N. (2016). *Education and technology: Key issues and debates*. Bloomsbury Publishing. <https://doi.org/10.1007/s11159-022-09971-9>

Sobel, D. (2017). Place-based education: Connecting classrooms and communities. *Orion Magazine*.

Sviridova, E., Yastrebova, E., Bakirova, G., & Rebrina, F. (2023). Immersive technologies as an innovative tool to increase academic success and motivation in higher education. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1192760>

Tondeur, J., van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: A systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 555–575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>

Turan, Z., & Çilligil Karabey, S. (2023). The use of immersive technologies in distance education: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28, 16041–16064. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11849-8>

Xie, T., Wang, X., Cifuentes-Faura, J., et al. (2023). Integrating immersive experience into hybrid education: A case study in fintech experimental education. *Scientific Reports*, 13, 22762. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50259-1>